ELECTRICISTA INDUSTRIAL

MANUAL DE APRENDIZAJE

REBOBINADO DE MOTORES TRIFÁSICOS

Técnico de Nivel Operativo.

AUTORIZACIÓN Y DIFUSIÓN

MATERIAL DIDÁCTICO ESCRITO

FAMILIA OCUPACIONAL	**:**	ELECTROTÉCNIA.
OCUPACIÓN	**:**	ELECTRICISTA INDUSTRIAL
NIVEL	**:**	TÉCNICO OPERATIVO.

Con la finalidad de facilitar el aprendizaje en el desarrollo de la formación y capacitación en la ocupación del ELECTRICISTA INDUSTRIAL a nivel nacional y dejando la posibilidad de un mejoramiento y actualización permanente, se autoriza la APLICACIÓN Y DIFUSIÓN de material didáctico escrito referido a **REBOBINADO DE MOTORES TRIFÁSICOS.**

Los Directores Zonales y Jefes de Unidades Operativas son los responsables de su difusión y aplicación oportuna.

DOCUMENTO APROBADO POR EL GERENTE TÉCNICO DEL SENATI

N° de Página….....151….....……

Firma ……..

Nombre: Jorge Saavedra Gamón

Fecha: ……05 – 08 - 31…….

Registro de derecho de autor:

INDICE

1. Presentación ---------- 3

2. Tarea 1 ---------- 4- 59

Extracción de Bobinado Trifásico

3. Tarea 2 ---------- 60- 75

Colocación de Bobinado Trifásico de Simple Capa

4. Tarea 3 ---------- 76 - 86

Conexión de Bobinado de Simple Capa para 6 terminales Y - Δ

5. Tarea 4 ---------- 87 - 96

Conexión de Bobinado de Simple Capa para 9 terminales Y - Y

6.Tarea 5 ---------- 97 - 121

Colocación de Bobinado Trifásico de Doble Capa

7. Tarea 6 ---------- 122 - 128

Conexión de Bobinado Trifásico de doble Capa para 6 terminales Y - Δ

8. Tarea 7 ---------- 129 - 136

Conexión de Bobinado Trifásico de doble Capa para 9 terminales Δ - ΔΔ

9. Tarea 8 ---------- 137 - 146

Conexión DAHLANDER de Bobinado Trifásico de doble Capa

10. Medio Ambiente ---------- 147 - 148

11. Hoja de Trabajo ---------- 149 - 150

12. Bibliografía ---------- 151

PRESENTACION

El presente **Manual de Aprendizaje** corresponde al curso de **REBOBINADO DE MOTORES TRIFASICOS** de la ocupación de Electricista Industrial

REBOBINADO DE MOTORES TRIFASICOS tiene como finalidad reparar y dar mantenimiento a Motores de Inducción Trifásica tipo Jaula de ardilla, respetando las especificaciones técnicas normalizadas de rebobinado

El presente Manual de Aprendizaje esta estructurado por las siguientes tareas:

1. Extracción de Bobinado Trifásico

2. Colocación de Bobinado Trifásico de Simple Capa

3. Conexión de Bobinado de Simple Capa para 6 terminales Y - Δ

4. Conexión de Bobinado de Simple Capa para 9 terminales Y - Y

5. Colocación de Bobinado Trifásico de Doble Capa

6. Conexión de Bobinado Trifásico de doble Capa para 6 terminales Y - Δ

7. Conexión de Bobinado Trifásico de doble Capa para 9 terminales Δ - ΔΔ

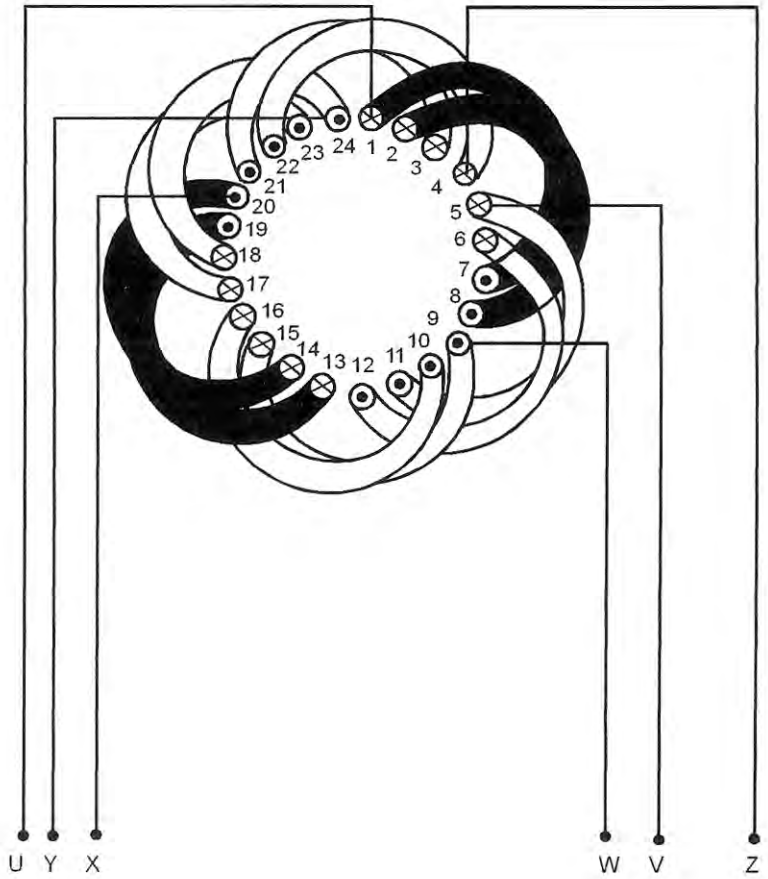
8. Conexión DAHLANDER de Bobinado Trifásico de doble Capa

Asímismo, incluye tecnología especofica y aplicada, aspectos de seguridad e higiene industrial, protección del medio ambiente y la bibliografía empleada.

Elaborado en la Zonal	:	Lambayeque Cajamarca Norte
Año	:	2005
Instructor	:	**Romelio Torres Mayanga**

TAREA 1

EXTRACCION DE BOBINADO TRIFASICO



N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Desarmar motor trifásico	01 Motor trifásico
02	Sacar datos de motor trifásico	Solvente para grasas
03	Sacar esquema de bobina trifásico	Tenaza de 12"
04	Sacar datos de bobinas de motor trifásico	Alicate de corte de 6"
05	Extrae bobina de motor trifásico	Alicate universal de 8"
06	Limpiar ranuras de motor trifásico	Soplete a gas
07	Sacar datos de núcleo de motor trifásico	Punzón de 4"
		Calibrador de alambre
		Juego de llaves. (Platino-Corona)
		Extractor de Polea

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01			
SENATI		EXTRACCION DE BOBINADO TRIFASICO	HT 01	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

OPERACIÓN

DESARMAR MOTOR TRIFÁSICO

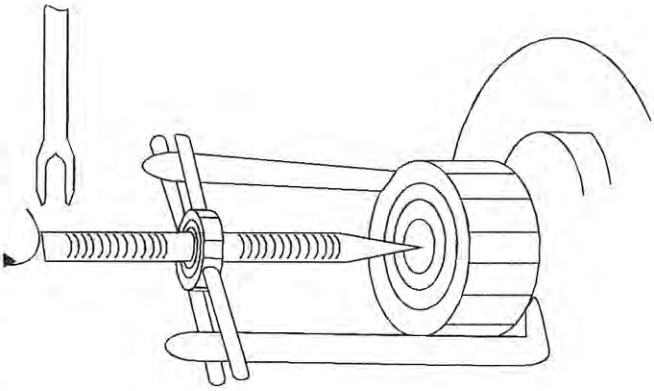
▶ Saque la polea

-Marque el lado exterior de la Polea

-Aflojelos los prisioneros y retirelos

-Retire la polea, utilizando un extractor, cuyo tornillo de empuje tenga un diámetro ligeramente inferior al del agujero de la polea.

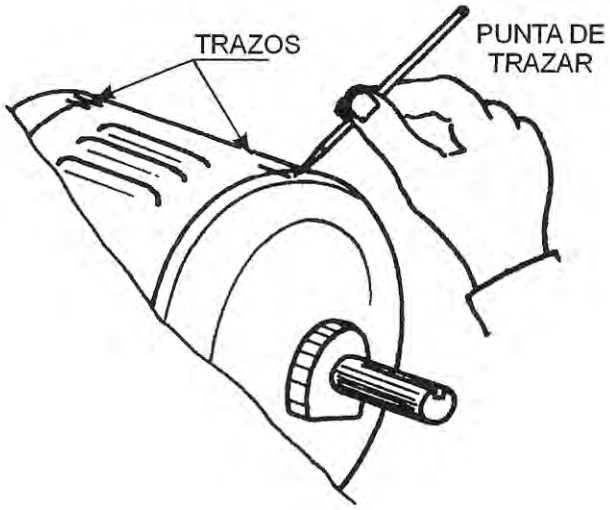
-Quite la chaveta golpeandola suavemente intercalando un taco de cobre, bronce o madera dura



▶ Marque la posición de las tapas.

-Marque con un trazo hecho a lima o con una punta de trazar, una de las tapas y la carcasa.

-Marque con dos trazos la otra tapa y la carcasa como se muestra en la figura.



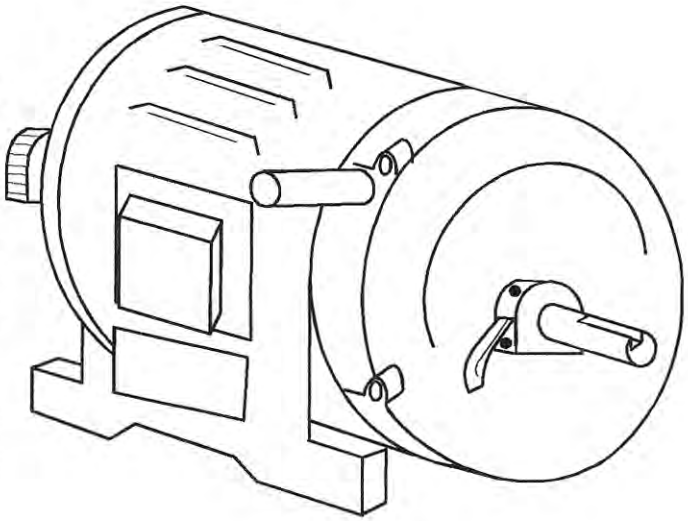
▶ Quite las tapas.

-Quite las tapas de los cojinetes.

-Afloje alternadamente y retire los tornillos que fijan las tapas de la maquina.

-Quite las tapas golpeandolas alternamente, intercalando un taco de cobre o madera dura, en puntos de sus bordes, de preferencia en los puntos reforzados, si los tiene

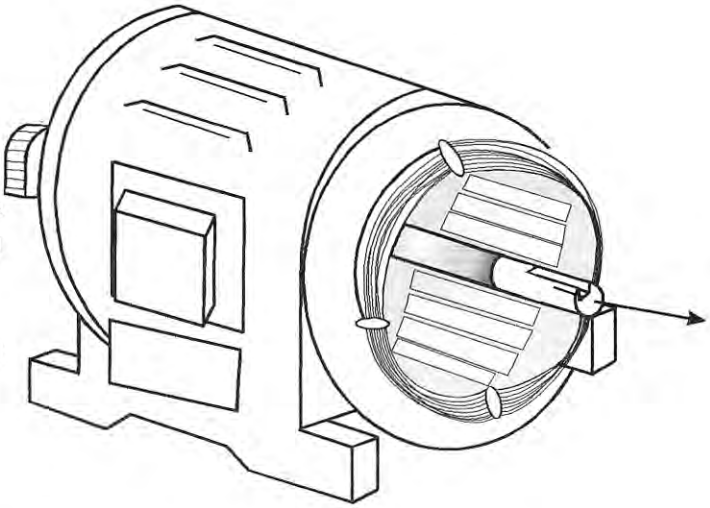
-A medida que desarme, coloque ordenadamente los tornillos, tuercas y demás accesorios en una caja.



▶ Retire el rotor

- Levante ligeramente el rotor y retire en dirección al eje donde se arroja la polea.

- Si el rotor es demasiado pesado pida ayuda.

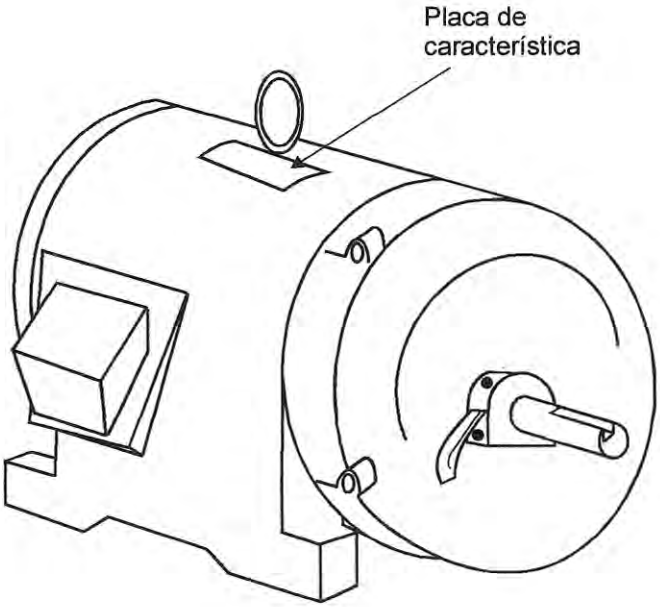


NOTA:

Procure no rozar el rotor con el estator

UBICAR PLACA DE CARACTERÍSTICA

- En su mayoría la placa de característica se ubica en el lado de la caja de bornes del motor.
- Retire el polvo con un trozo de franela. Si es necesario utilice solventes.

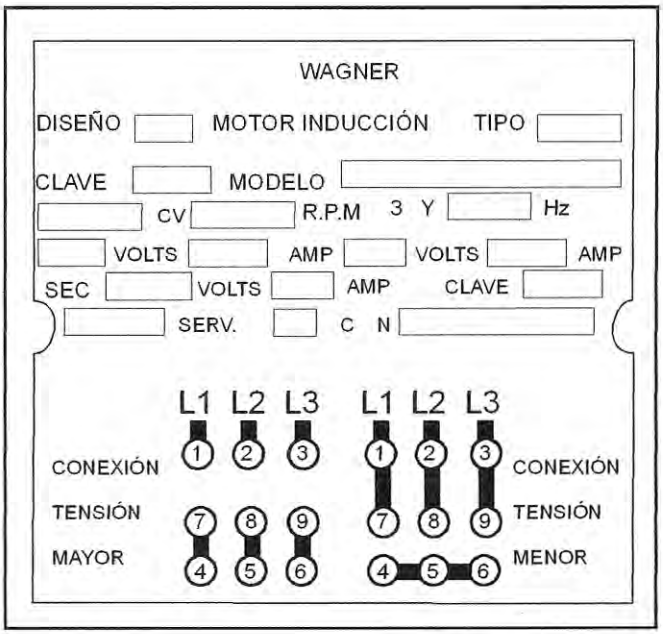


TOMAR LOS DATOS DE LA PLACA

- Observe minuciosamente todos los datos registrados en la placa como:

  Potencia
  Tensión
  Intensidad
  RPM
  Frecuencia
  IP
  Marca
  Serie
  Modelo

- Anote los datos en la hoja de protocolo.

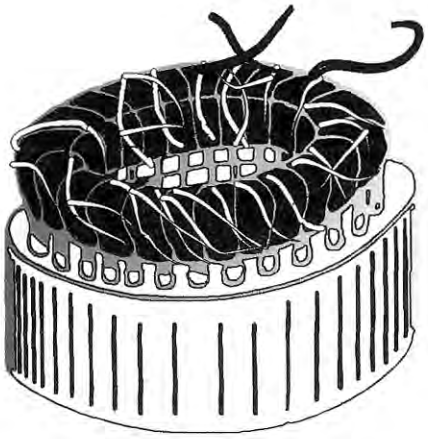


NOTA:

En caso de tener una placa de características poco legible, procure reconstruirla

OPERACIÓN

SACAR ESQUEMA DEL BOBINADO TRIFÁSICO

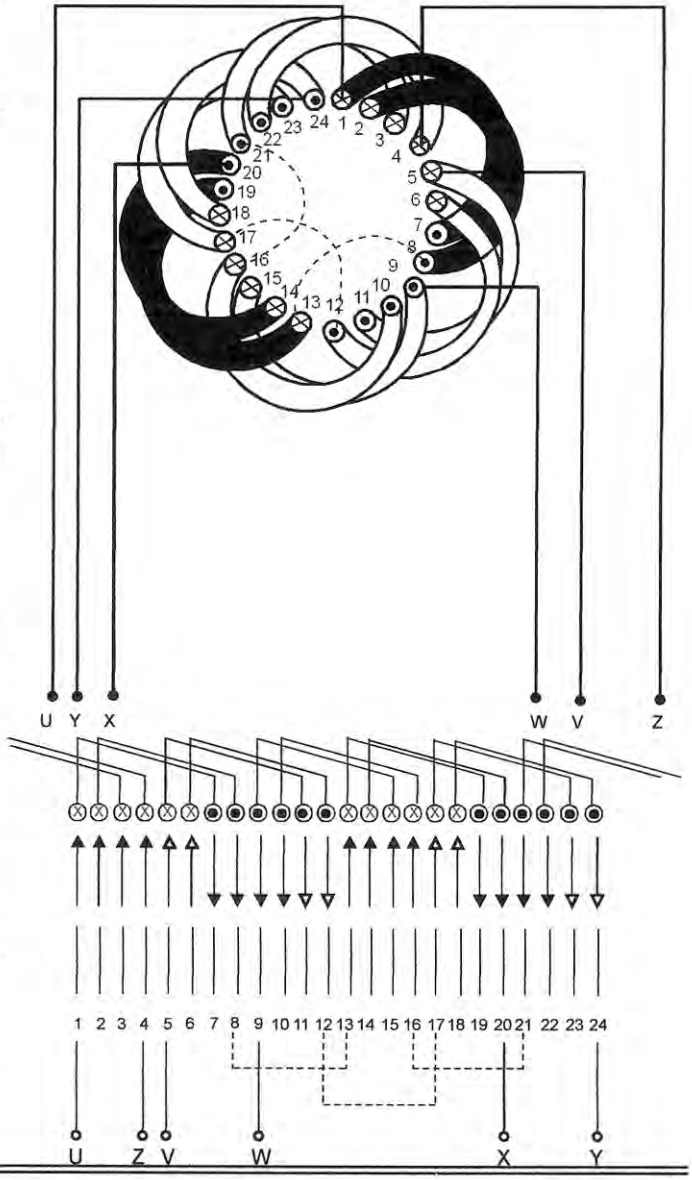


IDENTIFICAR TERMINALES

- Golpee ligeramente la cabeza del bobinado en lado de conexiones, con un martillo de goma
- Retire la cinta de sujeción de las bobinas. Procure no romper ningún hilo.
- Levante todos los terminales y observe la identificación de cada uno de ellos.
- Busque y levante los empalmes entre las diferentes bobinas.

HACER ESQUEMA

- Cuente el número de ranuras del estator.
- Observe y cuente las agrupaciones de bobinas, así como el total de bobinas alojadas en el estator.
- Cuente los pasos de bobina
- De acuerdo a la tabla de identificación de terminales de un motor trifásico, seleccione los terminales de la primera fase
- Dibuje las bobinas según su posición en una hoja especial para esquemas de bobinados.
- Siga el sentido de arrollamiento de las bobinas para la primera fase y registrelo.
- Complete el esquema con las fases restantes.



EQUIVALENCIA ENTRE DIFERENTES SISTEMAS NORMALIZADOS UTILIZADOS PARA MARCAR TERMINALES DE BOBINAS EN MOTORES TRIFÁSICOS

SISTEMAS	EUROPEO (MENOS INGLATERRA)	INGLÉS (REINO UNIDO)	AMERICANO (USA)
NORMAS	DIN-VDE	B.S.S.	NEMA
LÍNEAS DE SUMINISTRO	R	L_1	L_1
	S	L_2	L_2
	T	L_3	L_3
TERMINALES BOBINAS 1ER GRUPO	U	A_1	T_1
	V	B_1	T_2
	W	C_1	T_3
	X	A_2	T_4
	Y	B_2	T_5
	Z	C_2	T_6
TERMINALES BOBINAS 2DO GRUPO	U_1	A_3	T_7
	VL_1	B_3	T_8
	W_1	C_3	T_9
	X_1	A_4	T_{10}
	Y_1	B_4	T_{11}
	Z_1	C_4	T_{12}

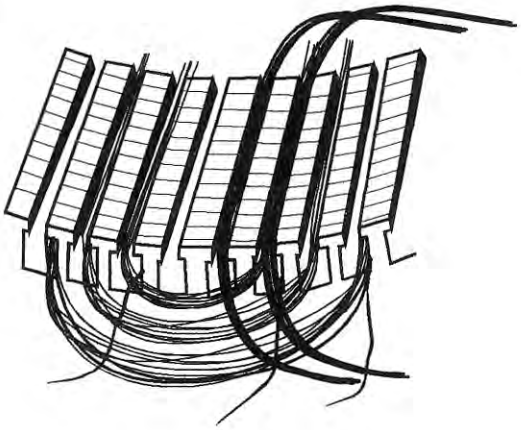
NOTA:

En el sistema inglés, cuando la conexión de las bobinas es fija y su combinación presenta solo tres terminales libres, estos suelen marcarse: A B C

OPERACIÓN

SACAR ESQUEMA DEL BOBINADO TRIFÁSICO

- Marque el lado del motor por donde están las conexiones.



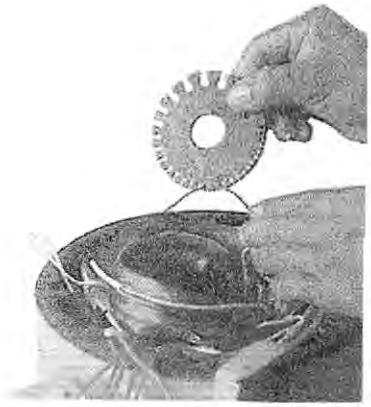
- Corte las bobinas de un grupo

- Observe si existen conductores en paralelo

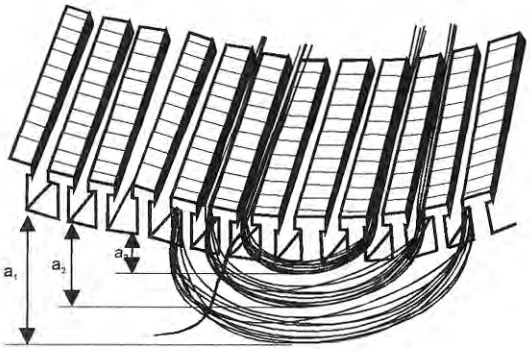
- Cuente las vueltas en cada una de las bobinas.

- Con la ayuda de un calibrador para conductores mida la sección del hilo.

  En caso de existir hilos en paralelo calibre cada uno



- Mida la distancia que sobresalen las cabezas de bobina a partir del núcleo.

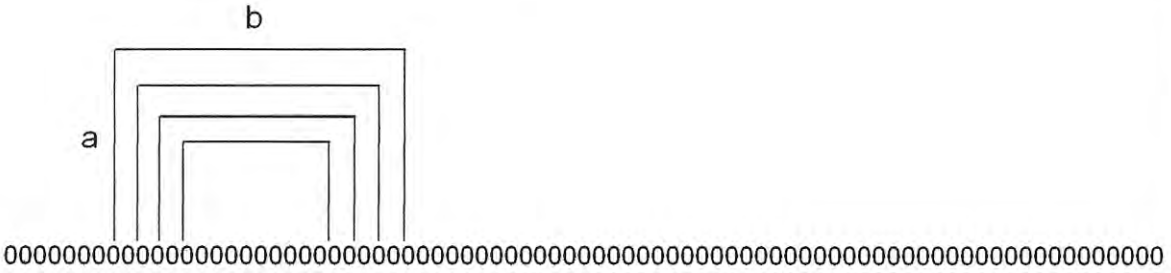


NOTA :

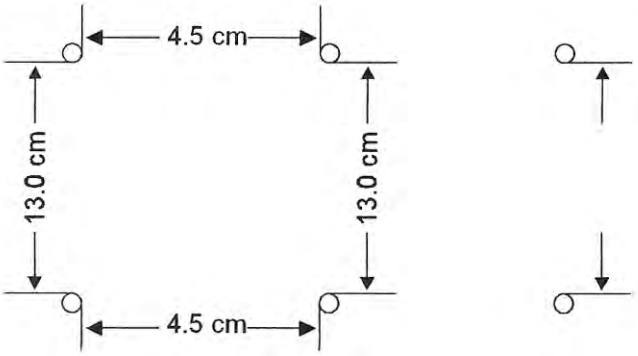
Todos los datos obtenidos, deben registrarse en la hoja especial para esquema de bobinados

MOTOR 3	FABRICANTE	Typ
Nr	P = 11	U = Δ 400V
I = 22 A	R.P.M.	f = 50 Hz
COS φ = 0.86	USOL. -KI. : F	
Nº DE RANURAS	Nº DE POLOS	

ESTATOR	Di :	De :	La :	Ad :	Hd :	He :
TENSIÓN	Espiras / bobina	Espiras / ranuras	Nº del conductor AWG	Conexión	Paso de bobina	
V						
V						
V						



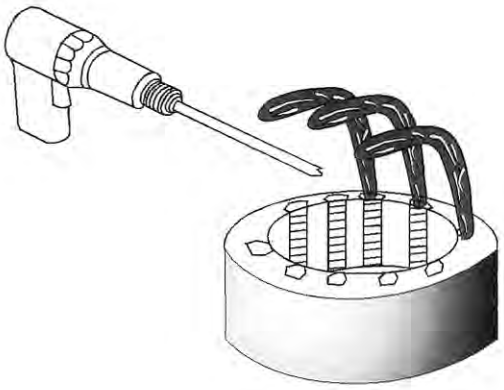
DIMENSIONES DE BOBINA	a :	b :	
MATERIAL / MOLDE :			



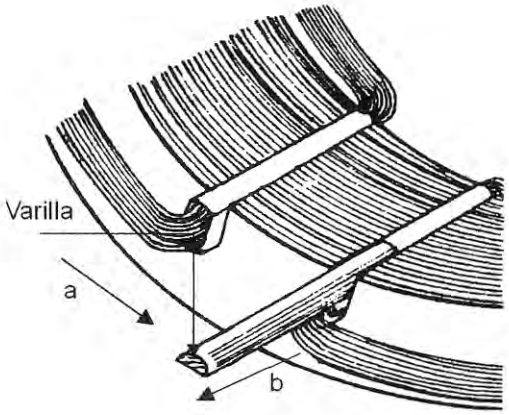
PESO DEL ALAMBRE :

OPERACIÓN

EXTRAER BOBINAS DE MOTOR TRIFÁSICO

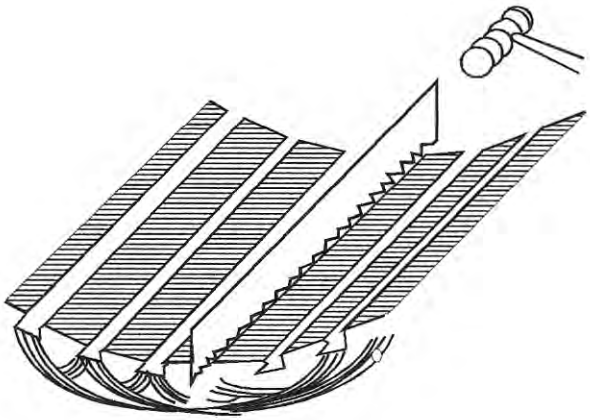


- Caliente el bobinado en un horno a una temperatura de 200º aproximadamente, hasta que el barniz se ablande.
- Saque el bobinado del horno, utilizando guantes apropiados para no quemarse
- Con la ayuda de una herramienta adecuada corte la cabeza de bobina en el lado opuesto a los terminales.



- Quite las cuñas con una varilla metálica cuyas medidas permitan introducirlas en la ranura para empujar y retirar la cuña.

  despegue la cuña golpeandola con la varilla en la dirección (a), y luego quítesela golpeando en la dirección (b), desde la boca de la ranura.



- También se puede retirar la cuña con un trozo de hoja de sierra acerada, la que se incrusta en la cuña, para luego ser arrastrada al momento de golpearlo.

OPERACIÓN

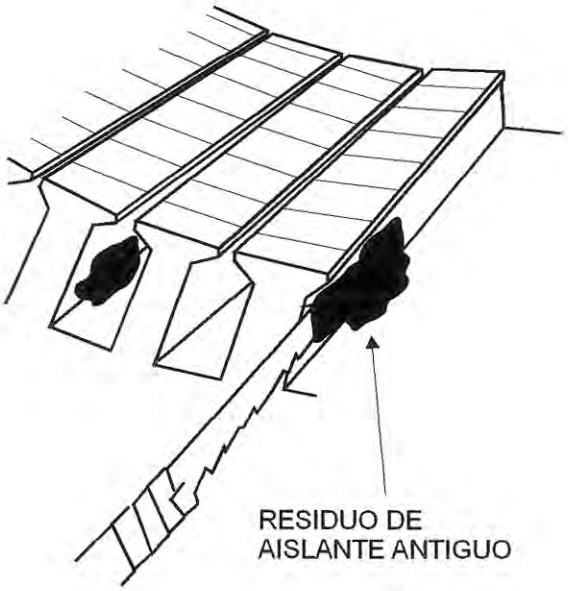
LIMPIAR RANURAS DE MOTOR TRIFÁSICO

- Saque los aislantes de las ranuras.

- Use soplete en el caso que el aislante se encuentre muy adherido al hierro.

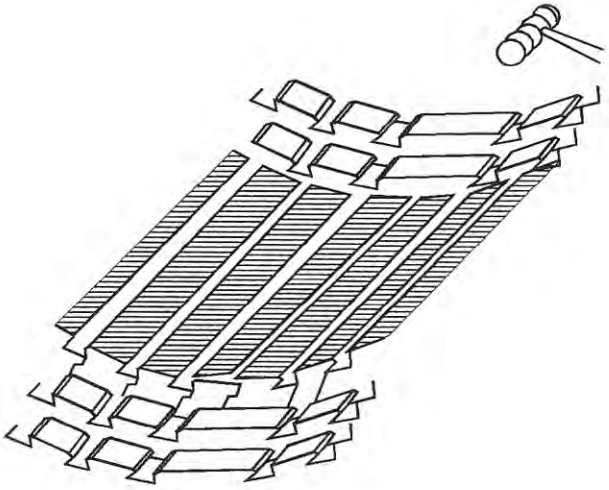
  (con la llama suficiente para quemar el aislante)

- En caso de núcleos sucios con grasa o aceite, lavar con solventes.



- Endereze las láminas que hallan sido deformadas al momento de extraer el bobinado.

- Lime ligeramente las rebabas.



NOTA:

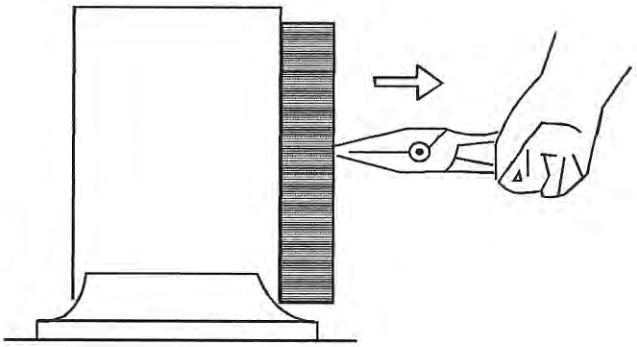
No trabaje cerca del fuego cuando use productos inflamables

- Quite el alambre alojado en las ranuras, con una barilla metálica cuyas medidas permitan introducirlas en la ranura.

  Jale las cabezas de bobina con una tenaza, en diversos puntos de la periferia.

  NOTA:

  - Anote el espesor y clase de aislamiento de las ranuras y entre bobinas.
  - Use lentes protectores al extraer las bobinas.
  - Cuide las manos al usar: alicates, martillo

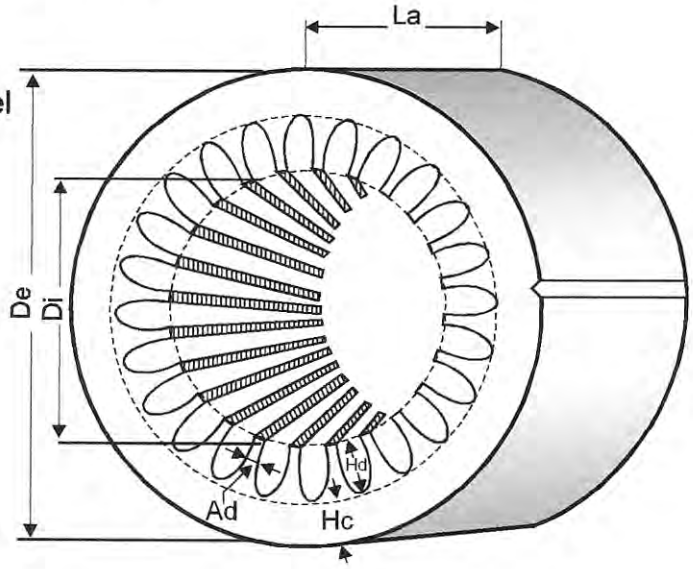


OPERACIÓN

SACAR DATOS DE NÚCLEO DE MOTOR TRIFÁSICO

- Tome nota de todas las medidas del núcleo como:

- Diámetro interior (Di)
- Longitud axial (La)
- Altura del diente (Hd)
- Ancho del diente (Ad)
- Altura de corona (Hc)



BOBINADO DEL MOTOR TRIFÁSICO

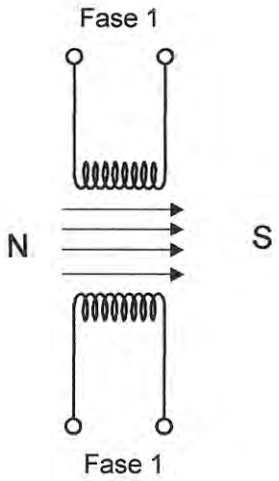
Son motores asincrónicos diseñados para ser conectados a una red trifásica.

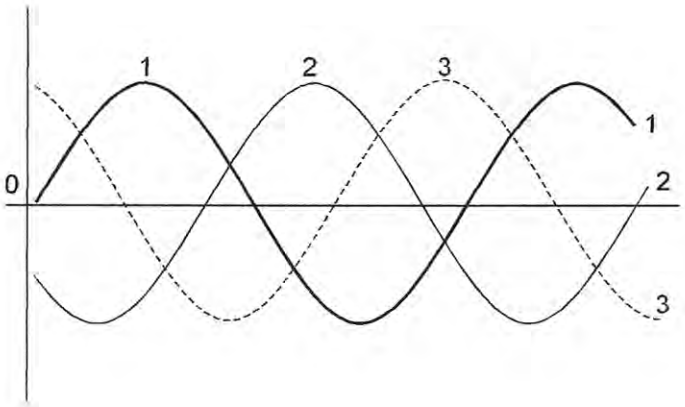
Su estator está constituido por un paquete de chapas magnéticas ranuradas, y en las ranuras del mismo se alojan , con arreglo a un determinado esquema los tres devanados independientes de "un arrollamiento trifásico. Los terminales de este arrollamiento que puede estar conectado en triángulo o en estrella, se llevan a los bornes de la caja de bornes en donde se conectan a la red trifásica de alimentación.

CAMPO MAGNÉTICO GIRATORIO

Cuando un devanado monofásico fijo es recorrido por una corriente alterna, se genera un campo magnético alterno cuya intensidad varía del modo que la corriente, pero cuya, orientación norte-sur es siempre la misma (como se muestra en la siguiente figura).

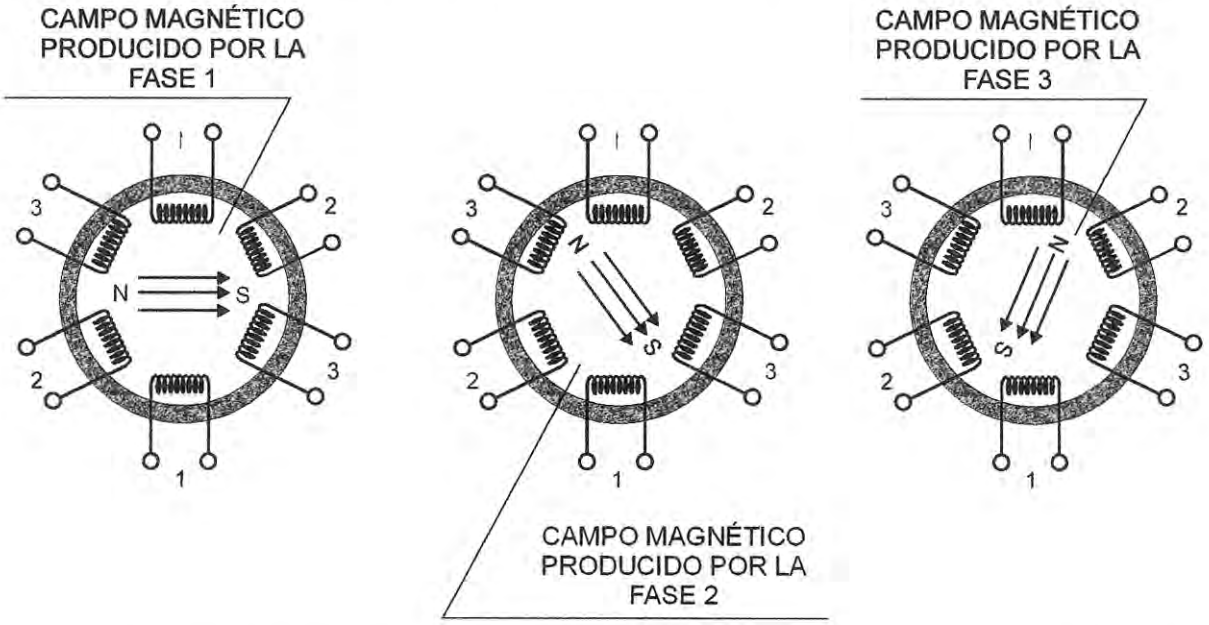
Por el contrario, cuando el arrollamiento trifásico del estator de un motor es conectado a una red de corriente trifásica, se genera un campo magnético que no solamente es alterno sino que, además es giratorio; esto es, la orientación norte-sur va girando constantemente.





Este campo magnético giratorio se forma en cada Instante por la combinación de cada uno de los campos magnéticos que genera cada devanado monofásico.

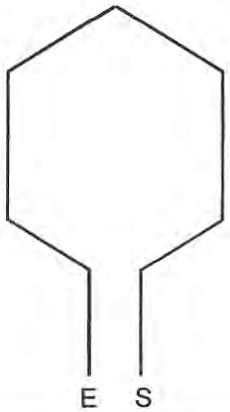
En la siguiente figura se muestra el campo generado por el devanado 1 prevalece primero; pero, al crecer la corriente de la fase 2, la orientación dominante del campo magnético pasa a ser la de la figura b. Después, decrece la corriente del devanado de la fase 2 y aumenta la de la fase 3, de modo que la orientación del campo magnético resultante es la de la figura c y cuando la corriente del devanado de la figura 3 decrece, aumenta la de la fase 1, con la cual volvemos al estado de la figura a, repitiéndose el fenómeno sucesivamente. El resultado es que la orientación Norte-Sur del campo magnético gira constantemente; este campo giratorio es el que arrastra al rotor en los motores asoncrónicos.



Campo magnetico giratorio engendrado por la corriente alterna que circula por un arrollamiento trifasico. L a orientacion N-S gira

LA ESPIRA

Es la parte mas simple y pequeña del bobinado, esta compuesta por una vuelta completa de hilo de cobre o aluminio (pueden ser barras o perfiles). En la mayoría de los casos tiene una fina película de esmalte aislante

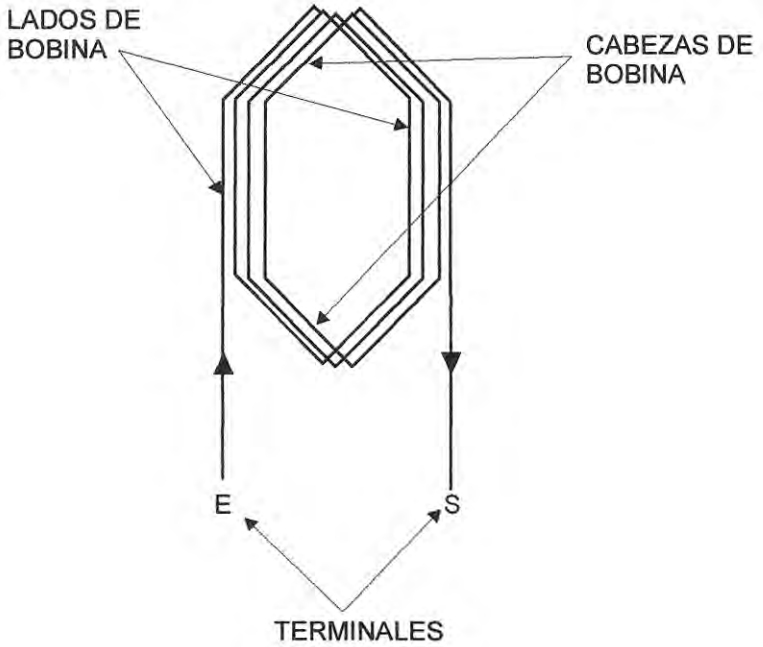


LA BOBINA

Esta constituido por un hilo conductor, provisto de un aislamiento superficial (película de esmalte), que es arrollado sobre si mismo un numero previsto de veces (espiras).

Es características de una bobina que el conductor que la forma es continuo, esto es, solamente tiene un principio (E) y un final (S), sin ningún añadido o conexión intermedia.

En una bobina se distingue lo siguiente:



-Lados de la bobina

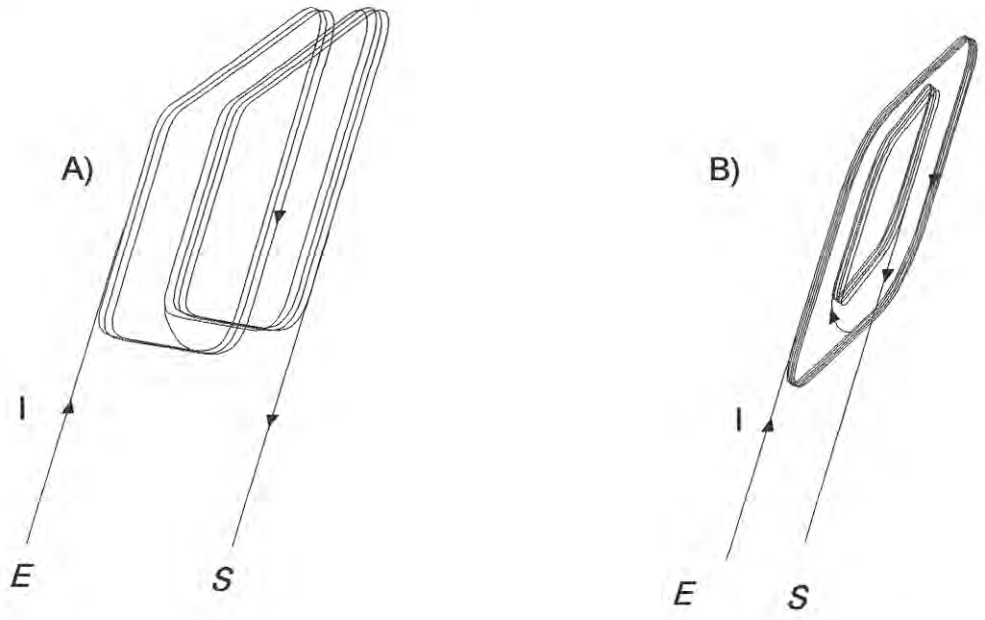
Existen, pues, dos lados en cada bobina. Ambos lados tienen el mismo numero de conductores, numero que coincide con el de las vueltas arrolladas.

En los lados de las bobinas es donde se generan las tensiones eléctricas. Es muy importante observar que, si la corriente I entra en la bobina por el principio "E" todos los conductores del lado "E", son atravesados por una corriente I cuyo sentido es opuesto al de la corriente I que atraviesa los conductores del lado "S".

EL GRUPO DE BOBINAS

Un grupo de bobinas consta de dos o más bobinas que no están conectadas entre si, sino que desde su principio "E" hasta su final "S " el hilo conductor es continuo .

En el taller de bobinado, un grupo de bobinas se obtiene, como sigue: Al concluir de arrollar sobre el molde el número de vueltas del conductor que forma la primera bobina , del grupo, se pasa el hilo al molde contiguo y sin interrupción, comienza a arrollarse la segunda bobina del grupo; y después la tercera, cuarta, etc., Si las hay.

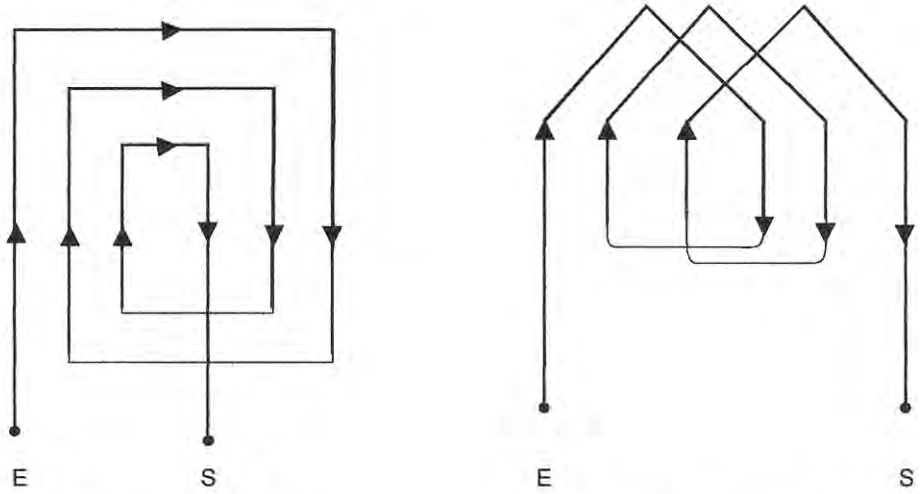


Un grupo. de bobinas se caracteriza porque, como la bobina solamente consta de un principio"E" y de un final "S" cualquiera que sea el número de bobinas que formen el grupo. Generalmente, todas las bobinas de un grupo tienen el mismo número de vueltas (conductores); sin embargo, en algunos casos no es asi.

Como fácilmente puede razonarse unos lados de bobinas del grupo están recorridos por una corriente I de cierto sentido, mientras que los lados restantes están recorridos por la misma corriente I, pero de sentido opuesto al anterior

FORMAS DE LA BOBINA

Las bobinas que componen un grupo, o bien son todas del mismo tamaño (figura "b") la cual corresponderia a igual paso de bobina (Yb), o bien son de tamaños diferentes o sea de pasos de bobina desiguales (figura a).



A) bobinas desiguales

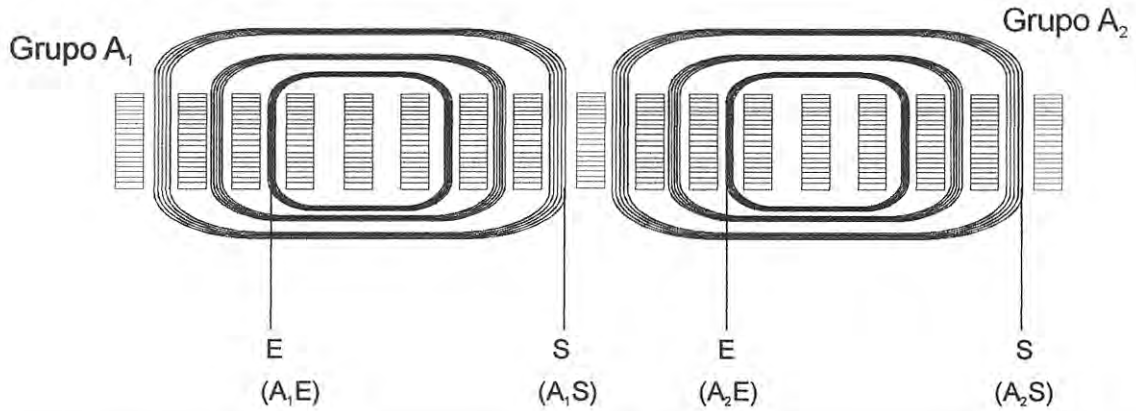
B) bobinas iguales

LA FASE

Como hemos venido diciendo repetidamente, un arrollamiento trifásico está constituido por tres devanados monofásicos, idénticos e independientes entre sí hasta el momento de su conexión, pero situados en las ranuras de la máquina eléctrica de tal modo que, cada uno, se encuentra desplazado respecto al anterior y al que, le sigue, 120 grados eléctricos. Prescindiendo de este desfase, cada devanado monofásico es (eléctricamente) una repetición exacta de cualquiera de los otros dos que componen el arrollamiento trifásico.

A cada uno de los devanados monofásicos se le reconoce como fase y puede estar formado por uno o mas grupos de bobinas.

Para motores trifásicos m:3



CALCULO DE LA UNIDAD BÁSICA DE BOBINADO

Antes de realizar el calculo de la unidad básica de bobinado es importante conocer algunos términos que se emplearan muy a menudo de aquí en adelante :

-Número de ranuras (Nr)

Nos referimos al número total Nr de ranuras donde deberá insertarse el arrollamiento en cuestión.

Si el problema consiste en rebobinar una máquina eléctrica, el número N de ranuras viene impuesto. Si la máquina es nueva, el número N de ranuras se puede escoger, en general, entre números muy diferentes; en este último caso es cuestión que resuelve el cálculo eléctrico de la máquina.

Entre dos ranuras del estator consecutivas existe un cierto número de grados eléctricos que es interesante que el bobinador sepa determinar.

El número de grados geométricos entre dos ranuras consecutivas es siempre

$$360 / Nr$$

ya que las (Nr) ranuras están uniformemente distribuidas en los 360 grados que tiene una circunferencia.

El número de grados eléctricos entre dos ranuras consecutivas será, así, de

$$360\ p / Nr.$$

EJEMPLO:

Calcular el número de grados eléctricos existentes entre dos ranuras consecutivas de una máquina eléctrica de Nr = 36 ranuras y 2p = 4 polos.

Se tiene:

$360\ p / Nr = (360 \times 2) / 36 = 20$ grados eléctricos entre dos ranuras consecutivas.

-Paso polar (Yp)

Se entiende por paso polar, a la cantidad de ranuras que abarca cada polo.

Ejemplo:

Sea un estator de 36 ranuras y 4 polos.

Formula:

$$Yp = Nr / 2p$$

Reemplazando:

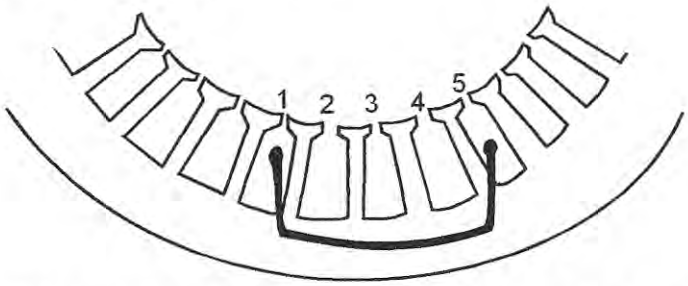
$$Yp = 36 / 4$$

$$Yp = 9$$

Por lo tanto cada polo abarcara 9 ranuras.

-Paso de bobina (Yb)

Al situar una bobina en el estator, de una máquina eléctrica, uno de los lados de dicha bobina se aloja en una de las ranuras, mientras que el otro lado se alberga en otra ranura situada a cierta distancia de la primera.

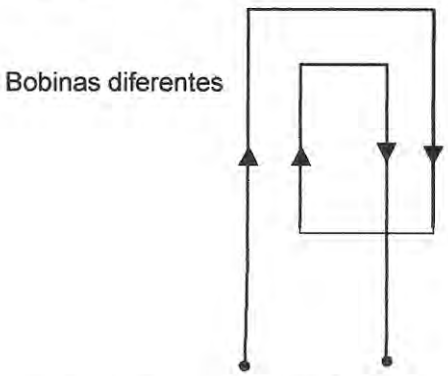


La distancia, medida en número de ranuras, existente entre dos ranuras que albergan, cada una, diferentes lados de una misma bobina, se llama paso de bobina (Y b)

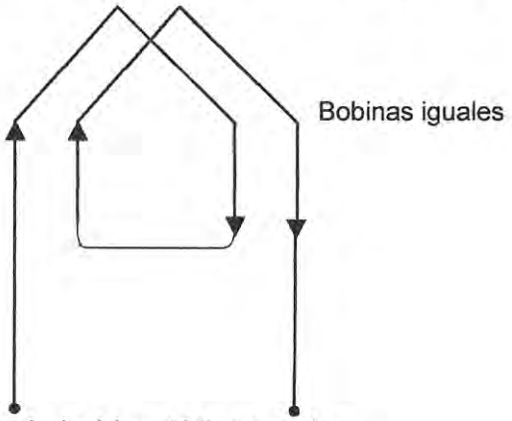
Ejemplo:

el paso de bobina es de cuatro ranuras. SI se numeran sucesivamente las ranuras (1, 2. 3. . .. N), nombrando cada vez con el número 1 la ranura que contiene uno de los lados de la bobina, el paso de la bobina se puede expresar mediante dos números que corresponden a las ranuras que contienen lados diferentes de una misma bobina.

En algunos bobinados el paso de la bobina (Yb) es constante para todas las bobinas y grupos de los devanados. En otros arrollamientos por el contrario, hay pasos de bobina diferentes. Esto dependerá de las formas de las bobinas que forman un grupo de bobinas, así tenemos.



Pasos de bobina (Yb) diferentes



Pasos de bobina (Yb) iguales

El paso de bobina se obtiene siempre dividiendo el numero de ranuras (Nr) por el numero de polos (2p), de aquí se distingue lo siguiente.

El paso puede ser:

-Paso diametral

-Paso acortado

-Paso alargado

-Paso diametral

Es el paso natural de un devanado. Se obtiene siempre dividiendo el número total Nr de ranuras por el número de polos 2p.

Asl, por ejemplo, una máquina de Nr = 24 ranuras y 2p = 4 polos tiene un paso diametral de

$$Nr / 2p = 24 / 4 = 6 \text{ ranuras}$$

o sea: $y = 1:7.$

No siempre es posible ejecutar un paso diametral, ya que al venir el paso medido en ranuras es forzoso que el paso sea un número entero, lo que no siempre sucede con el paso diametral.

Ejemplo:

en una máquina de Nr = 27 ranuras y 2p = 2 polos, no se puede realizar un paso diametral. ya que habría que dejar entre los dos lados de cada bobina

$$Nr / 2p = 27/2 = 13.5 \text{ ranuras}$$

y esto no es posible.

- Paso acortado

Se ejecuta un paso acortado cuando se toma un paso que contenga menos ranuras intermedias de las que requiere el paso diametral.

Ejemplo:

en una máquina de Nr = 30 ranuras y 2p = 2 polos, el paso diametral seria

$$Nr / 2p = 30 / 2 = 15$$

o sea: $y = 1 : 16.$

Realizaríamos un paso acortado (en una ranura) si tomásemos y = 1 : 15.

También seria un paso acortado (ahora en dos ranuras) si se toma y = 1 : 14. Etc.

En general. nunca conviene acortar el paso en un número excesivo de ranuras. Existe un acortamiento óptimo y que corresponde a :

5 / 6 del Nr / 2p

-Paso alargado

Consiste en tomar un paso que contenga más ranuras intermedias de las que requiere el paso diametral.

Ejemplo:

en una máquina de Nr= 30 ranuras y 2p = 6 polos. el paso diametral sería:

Nr / 2p = 30 / 6 = 5

o sea: y = 1 : 6.

Un paso alargado (en una ranura) lo realizaríamos al tomar y = 1 : 7. También sería un paso alargado (ahora en dos ranuras) si se toma y = 1 : 8

En general, aunque el paso alargado proporciona todas las ventajas que se buscan con el paso acortado, aquél se emplea mucho menos que el acortado; entre otras razones porque exige mayor gasto de cobre conductor (bobinas más anchas).

-Número de polos

En general viene obligado por los datos nominales de la máquina. ya que entre la velocidad sincrónica. la frecuencia f de la corriente alterna, y el número p de polos existe la relación conocida:

$$n = (120 \times F) / p$$

la velocidad sincrónica suele ser dato fijo, así como la frecuencia. De este modo el valor del número total de polos p viene obligado en cada máquina.

Ejemplo:

Si las revoluciones por minuto indicada en la placa de características es de 1750 rpm. y la frecuencia es de 60 HZ.

El número de polos sera:

$$p = (120 \times 60) / 1750 = 4.114$$

$$p = 4 \text{ polos redondeando}$$

Aunque el resultado da fracción, porque el motor es asincrónico y las revoluciones por minuto del rotor es siempre menor que la velocidad del campo giratorio, como se puede explicar a continuación.

La siguiente tabla indica las velocidades de sincronismo para motores mas comunes, de 2, 4, 6 y 8 polos y para 25, 50 y 60 Hz

FRECUENCIA Hz	2 Polos	4 polos	6 polos	8 polos
25	1500	750	500	375
50	3000	1500	1000	750
60	3600	1800	1200	900
	Velocidades se sincronismo			

-Número de ranuras por polo y fase

Se define como número Q de ranuras por polo y fase al cociente:

$$Q = Nr / 2pm$$

$$Q = Nr / 2\,pm$$

Cuando tratemos de arrollamientos trifásicos. será siempre m = 3.

Según que el valor de Q sea entero o fraccionario, los arrollamientos se denominan, respectivamente, enteros o fraccionarios.

Ejemplo:

Un arrollamiento para una máquina con los datos iniciales Nr = 30, 2p = 6 y m = 3, resulta ser fraccionario. ya que se tiene:

$$Q = Nr / 2p \,.\, m = 30 / 6.3 = 30 / 18 = 1.666$$

Ejemplo:

Un arrollamiento para una máquina con los datos iniciales Nr = 24. 2p = 4 y m = 3. resulta ser entero ya que se tiene:

$$Q = Nr / 2p \,.\, m = 24/4 \,.\, 3 = 24/12 = 2$$

Los arrollamientos fraccionarios presentan ciertas ventajas respecto a los enteros, en cuanto se refiere al buen funcionamiento de algunas máquinas. El que el arrollamiento sea fraccionario no introduce ninguna dificultad en la determinación del plan del arrollamiento.

El valor Q de ranuras por polo y fase tiene en los arrollamientos enteros un significado muy Importante, como vamos a ver.

Consideremos para ello el plan del arrollamiento correspondiente a :

$$Nr = 36,\ 2p = 4 \text{ y } m = 3.$$

El valor de es. en este caso:

$$Q = Nr / 2p \,.\, m = 36/4 \,.\, 3 = 3. \text{ número en tero.}$$

Observando el número de bobinas de que consta cada grupo del arrollamiento hallamos que este número es precisamente 3, o sea: Igual al número de ranuras por polo y fase.

Esto no es simple casualidad: En el plan del arrollamiento para Nr = 36, 2p = 8 y m= 3. cada grupo está constituido por 2 bobinas. mientras que el valor de Q es:

$$Q = Nr / 2p \,.\, m = 36 / 6 \,.\, 3 = 2$$

o sea: Igual al número de bobinas de cada grupo.

Asimismo. en el plan del arrollamiento para Nr = 48, 2p = 4 y m = 3 cada grupo de bobinas consta de 4 bobinas; y el valor de a el:

$$Q = Nr / 2p \,.\, m = 48/4 \,.\, 3 = 4.$$

Aunque solamente se ha verificado una comprobación en casos particulares, se cumple siempre en los arrollamientos a una capa ejecutados con bobinas de paso constante, o con cabezas de bobinas en dos planos. Que:

- Cuando Q es entero, representa el número de bobinas de que consta cada grupo del arrollamiento.

Lo mismo se cumple para los arrollamientos enteros ejecutados a dos capas: pero, para los arrollamientos enteros a una capa con cabezas de bobinas situadas en tres planos, en razón de su generación, el número Q de ranuras por polo y fase es igual al doble del número de bobinas de cada grupo del arrollamiento.

Comprobación:

Para el arrollamiento a una capa, con cabezas de bobinas en tres planos, correspondiente al caso Nr = 48, 2p = 4 y m = 3, el número, de bobinas de cada grupo es 2.

El valor de Q es:

$$Q = Nr / 2p \,.\, m = 48 / 4 \,.\, 3 = 4$$

o sea:

Igual al doble del número de bobinas por grupo.

-Paso de Fase (YF)

Se conoce como paso de fase, a la distancia que existe entre los comienzos o entradas de cada fase, y está dado por el cociente de dividir el doble del número de ranuras entre el número de fases por el número de polos.

Formula:

$$YF = (2\,Nr) / (2p \,.\, m)$$

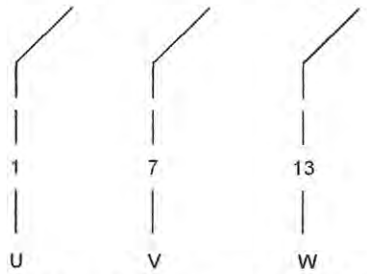
m: numero de fase

Ejemplo:

Motor trifásico de 36 ranuras y 4 polos

$$YF = (2 \,.\, 36) / (4 \,.\, 3) = 6$$

Luego los pasos de fase serán 1-7-13, es decir la entrada de la 1ra. Fase estará en la ranura 1, la entrada de la 2ra fase en la ranura 7 y la 3ra. Fase estará en la ranura 13.



Cabe indicar tanto las entradas de fase, como las salidas deben estar equidistantes

DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE DE LINEA DE UN MOTOR TRIFÁSICO

Es la corriente que el motor absorbe de la red cuando funciona a potencia nominal, bajo tensión y frecuencia nominales.

El valor de la corriente nominal depende del rendimiento (η) y del factor de potencia ($\cos\varphi$) del motor

$$I = (P\,(HP) \times 746) \,/\, (U \times \eta \times \cos\varphi \sqrt{3})$$

$$I = (P\,(KW) \times 1000) \,/\, (U \times \eta \times \cos\varphi \sqrt{3})$$

$$I = (P\,(CV) \times 736) \,/\, (U \times \eta \times \cos\varphi \sqrt{3})$$

Los motores consumen corriente de carga completa cuando producen su potencial nominal. La corriente de carga completa se encuentra impreso en la placa de características del motor. Bajo una carga ligera o sin carga los motores consumen menos de la corriente de carga consumen mas de dicha corriente.

Es vital importancia conocer la intensidad que consume cada fase del bobinado y esto esta en función a la conexión de las fases del motor.

-Conexión Estrella:

$I_L = I_F$

$U_L = U_f \times \sqrt{3}$

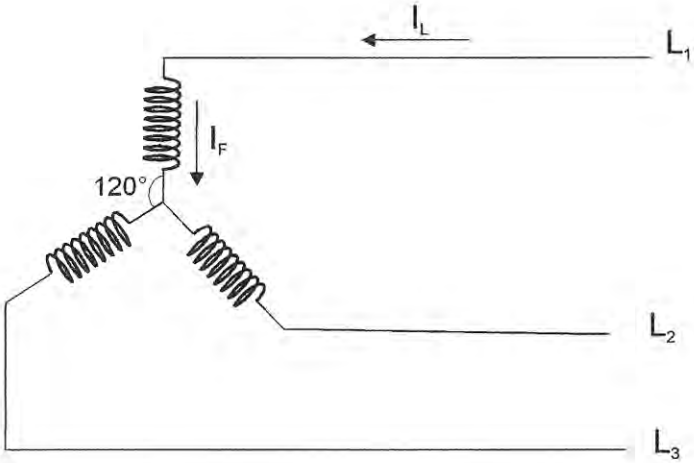
$U_f = U_L \,/\, \sqrt{3}$

I_L= Intensidad de linea

I_F= Intensidad de fase

U_L = Tensión de linea

U_f = Tensión de fase



-Conexión Triangulo

$I_L = I_F \times \sqrt{3}$

$I_F = I_L / \sqrt{3}$

$U_f = U_L$

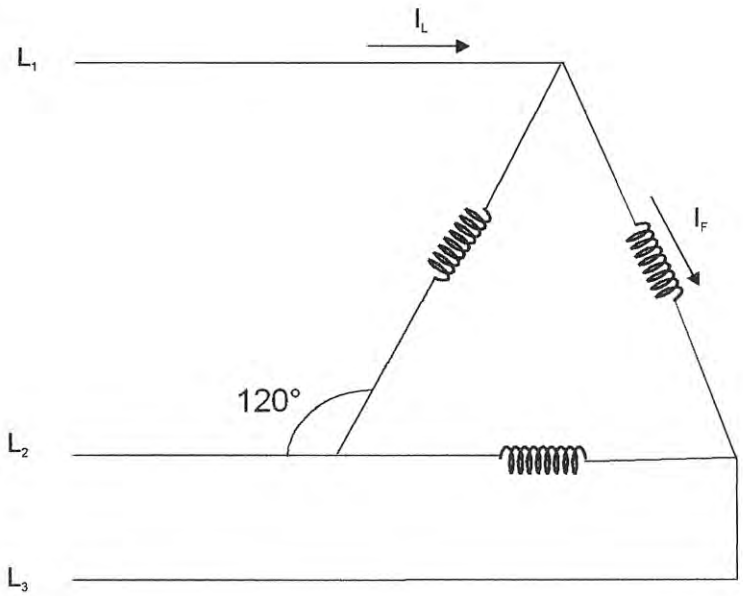


TABLA INTENSIDAD MEDIA A PLENA CARGA DE MOTORES TRIFÁSICAS

KW	HP	220V	380V	415V	440V	500V	660V	1000V
0.37	0.5	1.8	1.03		0.99	1	0.6	0.4
0.55	0.75	2.75	1.6		1.36	1.21	0.9	0.6
0.75	1	3.5	2	2	1.68	1.5	1.1	0.75
1.1	1.5	4.4	2.6	2.5	2.37	2	1.5	1
1.5	2	6.1	3.5	3.5	3.06	2.6	2	1.3
2.2	3	8.7	5	5	4.42	3.8	2.8	1.9
3	4	11.5	6.6	6.5	5.77	5	3.8	2.5
3.7	5	13.5	7.7	7.5	7.1	5.9	4.4	3
4	5.5	14.5	8.5	8.4	7.9	6.5	4.9	3.3
5.5	7.5	20	11.5	11	10.4	9	6.6	4.5
7.5	10	27	15.5	14	13.7	12	8.9	6
9	12	32	18.5	17	16.9	13.9	10.6	7
10	13.5	35	20			15	11.5	7.5
11	15	39	22	21	20.1	18.4	14	9
15	20	52	30	28	26.5	23	17.3	12
18.5	25	64	37	35	32.8	28.5	21.3	14.5
22	30	75	44	40	39	33	25.4	17
25	35	85	52	47	45.3	39.4	30.3	20
30	40	103	60	55	51.5	45	34.6	23
33	45	113	68	60	58	50	39	25
37	50	126	72	66	64	55	42	28
40	54	134	79	71	67	60	44	30
45	60	150	85	80	76	65	49	33
51	70	170	98	90	83	75	57	38

TABLA INTENSIDAD MEDIA A PLENA CARGA DE MOTORES TRIFÁSICAS

KW	HP	220V	380V	415V	440V	500V	660V	1000V
55	75	182	105	100	90	80	61	40
59	80	195	112	105	97	85	66	43
63	85	203	117	115	109	89	69	45
75	100	240	138	135	125	105	82	53
80	110	260	147	138	131	112	86	57
90	125	295	170	165	146	129	98	65
100	136	325	188	182	162	143	107	71
110	150	356	205	200	178	156	118	78
129	175	420	242	230	209	184	135	85
132	180	425	245	240	215	187	140	90
140	190	450	260	250	227	200	145	95
147	200	472	273	260	236	207	152	100
150	205	483	280	270	246	210	159	102
160	220	520	300	280	256	220	170	115
180	245	578	333	320	289	254	190	135
185	250	595	342	325	295	263	200	138
200	270	626	370	340	321	281	215	150
220	300	700	408	385	353	310	235	160
250	340	800	460	425	401	360	274	200
257	350	826	475	450	412	365	280	203
280	380	900	510	475	450	400	305	220
295	400	948	546	500	473	416	320	227
300	410	980	565	510	481	420	325	230

EXTRACCIÓN DE BOBINADO TRIFÁSICO

Cuando se decide rebobinar el motor, hay que retirar el bobinado defectuoso teniendo en cuenta los siguientes pasos

-Marcar el lado del bobinado por donde salen los terminales

-Sacar datos del bobinado

-Hacer el plan de arrollamiento

-Cortar y retirar bobinas defectuosas

Precauciones

-Marcar correctamente el lado del estator donde saldrán los terminales hacia la caja de bornes del motor.

HERRAMIENTAS Y MATERIALES

-Herramientas de uso General

El equipo mínimo deberá estar constituido por las siguientes herramientas:

Alicates
Destornilladores
Navaja
Martillos
Sierra manual
Limas

Alicates. Instrumento de metal, compuesto dé dos brazos trabados por un perno o eje, que permite abrirlos y volverlos a cerrar. En una de las extremidades de los brazos se encuentran sus mandíbulas y de acuerdo a sus formas pueden servir para apretar, cortar o doblar. Los brazos deben estar recubiertos por un material aislante.

TIPOS DE ALICATES

Los tipos más comunes son:

Alicate universal (fig.l)

Alicate de corte (fig.2)

Alicate de puntas (fig.3)

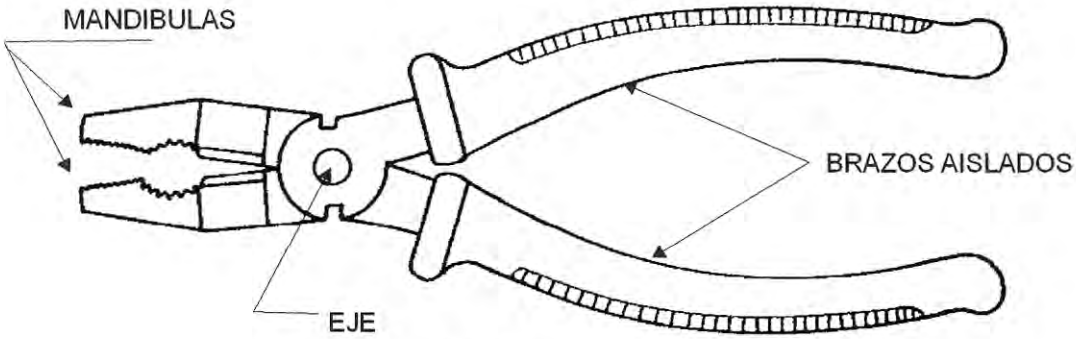


FIGURA 1

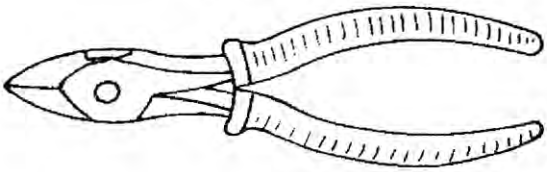


FIGURA 2

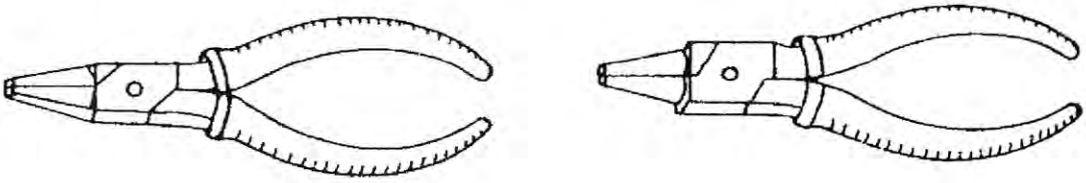


FIGURA 3

ALICATES.

Los alicates de quitar aislación son herramientas que permiten realizar la operación con mayor rapidez y sin dañar el metal.

El más sencillo es el alicate curva abertura es regulable por un tornillo (fig. a) que permite cortar la aislación y quitarla.

Existe otro tipo de alicate de quitar aislación que al accionarlo corta la aislación y la quita simultáneamente (fig. B)

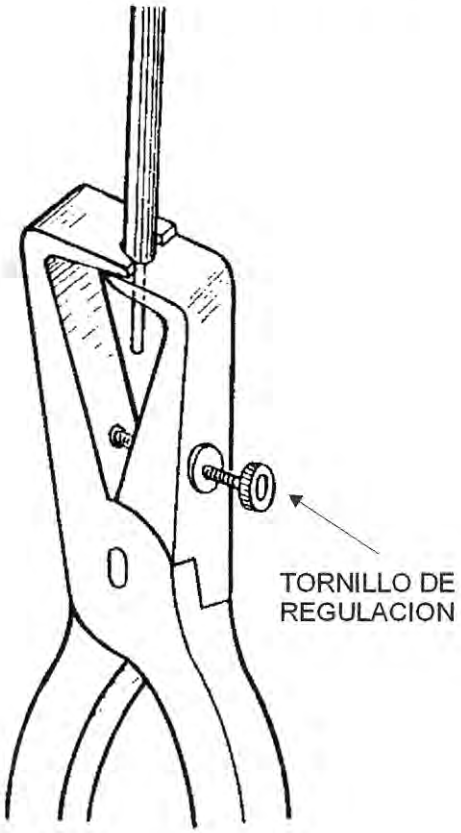


FIGURA a

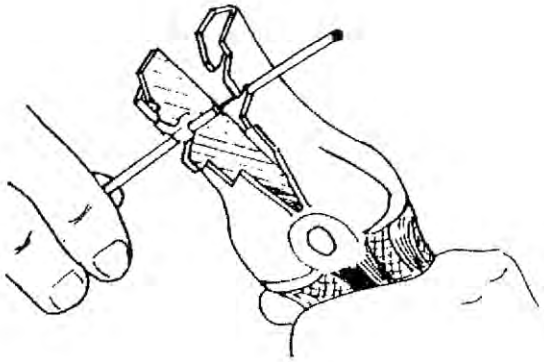


FIGURA b

DESTORNILLADOR.

El destornillador es una herramienta para girar tornillos, con un cuerpo cilíndrico de acero, con una de sus extremidades forjada en forma de cuña. La otra punta va encajada sólidamente en un mango de material aislante (fig.4).

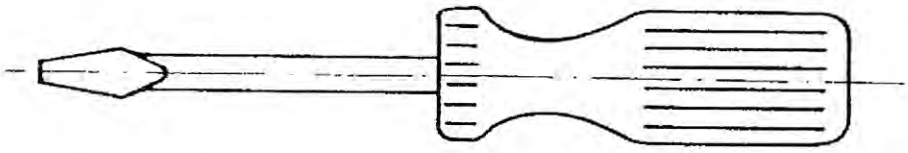


FIGURA 4

NAVAJA.

Es una herramienta que se utiliza, comúnmente para quitar la aislación de los conductores. Está compuesta por una hoja de acero con filo que se pliega en un mango de madera o de material aislante (fig.5).

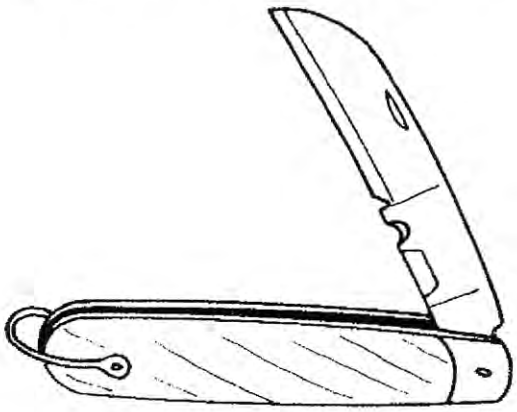


FIGURA 5

MARTILLOS.

El martillo es una herramienta de impacto, constituida de un bloque de acero sujeto a un mango de madera.

TIPOS DE MARTILLO

Los tipos más comunes son:

Martillo de bola (fig.6)

Martillos de peña (fig.7)

Martillo de plástico duro (fig.8)

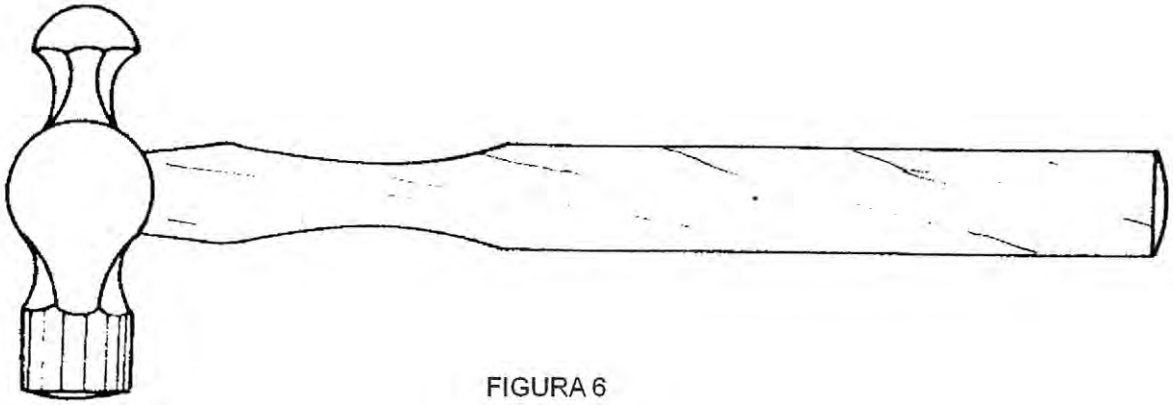


FIGURA 6

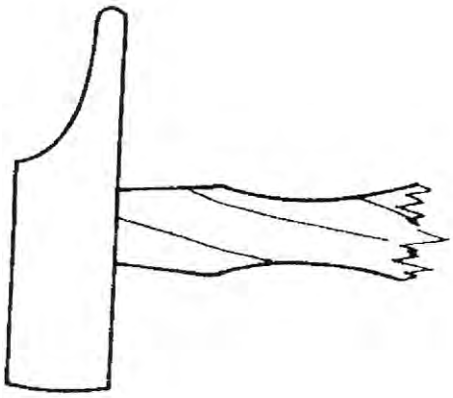


FIGURA 7

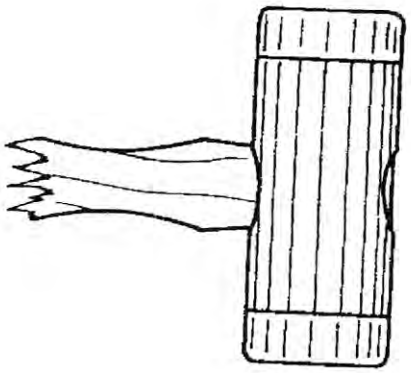


FIGURA 8

SIERRA MANUAL.

La sierra manual es una herramienta usada para cortar materiales duros, está compuesta de un arco de acero con mango y de una hoja que se monta en el arco (fig.9).

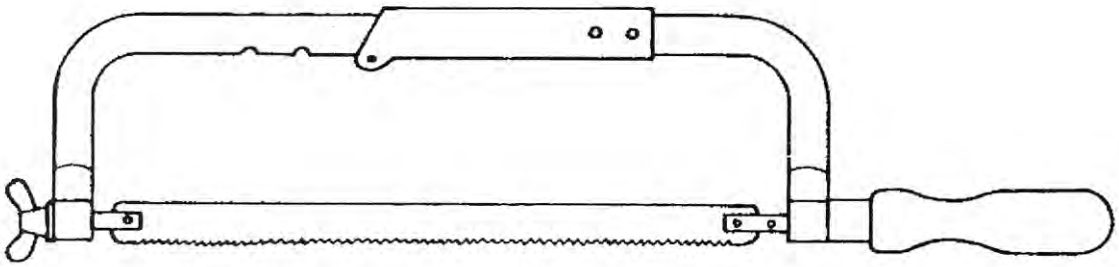


FIGURA 9

la hoja es de acero rápido o al carbono, dentada y templada, y tiene agujeros en sus extremos para ser fijada en el arco.

LIMA.

Es una herramienta de acero al carbono, dentada y templada (fig.10) que se usa en la operación de limado manual.

Existen limas de diversas formas, tamaños y características que se adaptan a distintas aplicaciones.

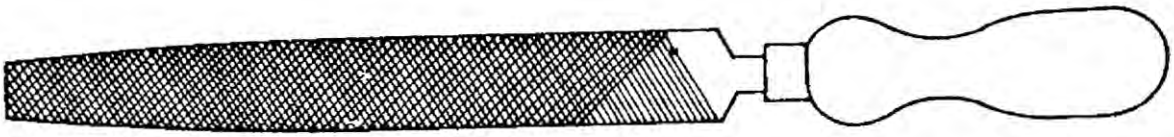


FIGURA 10

LOS SOLDADORES

Los soldadores son herramientas que se utilizan para efectuar soldaduras con estaño.

La cabeza de cobre del soldador, debe calentarse hasta que su temperatura alcance a fundir el estaño.

El electricista los usa para realizar conexiones eléctricas.

TIPOS

Según el método de calentamiento se clasifican en:

Soldador de caldeo

Soldador eléctrico

Soldador de caldeo.

El soldador de caldeo está compuesto de una pieza de cobre generalmente en forma de cuña, fijada a una varilla de hierro, con un mango aislante del calor (fig.1).

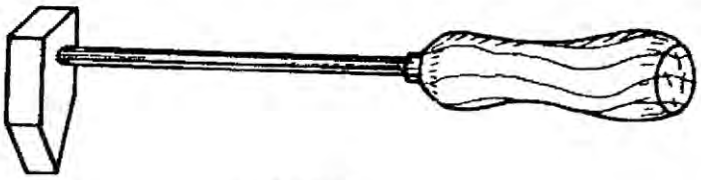


FIGURA 1

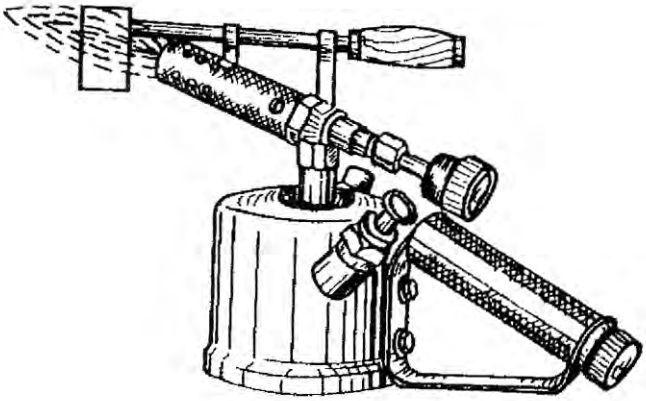


FIGURA 2

El calentamiento se realiza por medio de una lámpara de soldar (fig.2) o de un soplete de combustible gaseoso.

CONDICIONES DE USO

Para soldar correctamente, la punta del soldador debe estar estañada.
El estañado de la punta debe realizarse en la siguiente forma:

a) Elimine la escoria hasta dejar el cobre limpio .

b) Caliente el soldador.

c) Aplique en la punta pasta desoxidante o resina (fig. A).

d) Estañe la punta. El estaño fluirá cuando la punta tenga el grado de calor requerido (fig.b).

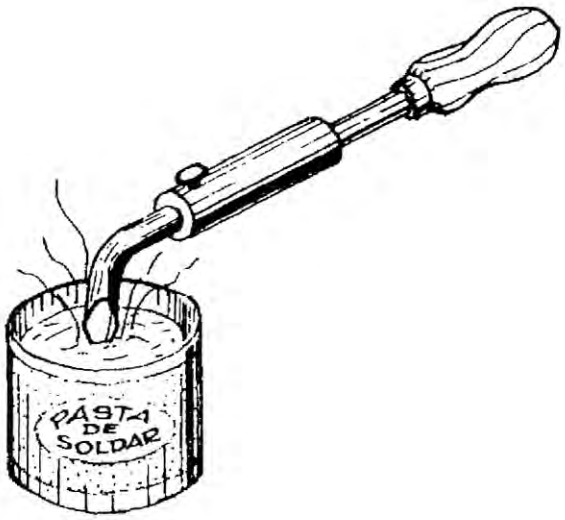


FIGURA a

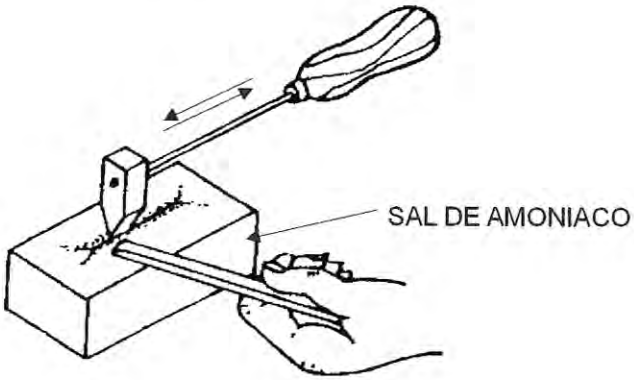
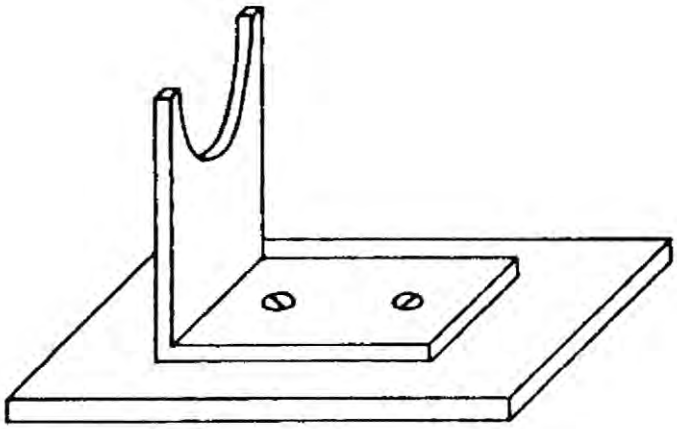


FIGURA b

OBSERVACIÓN

Cuando se deja de usar el soldador caliente debe colocarse en un soporte metálico



MANTENIMIENTO

Cuando no utilice el soldador, desconéctelo o retírelo del fuego para evitar su recalentamiento. Desmonte periódicamente las puntas de los soldadores eléctricos, para quitar la corrosión.

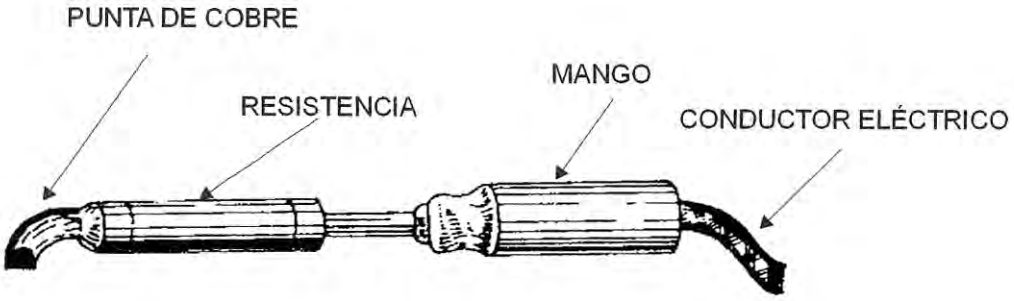
PRECAUCIÓN

AL USAR EL SOLDADOR EVITE QUEMARSE

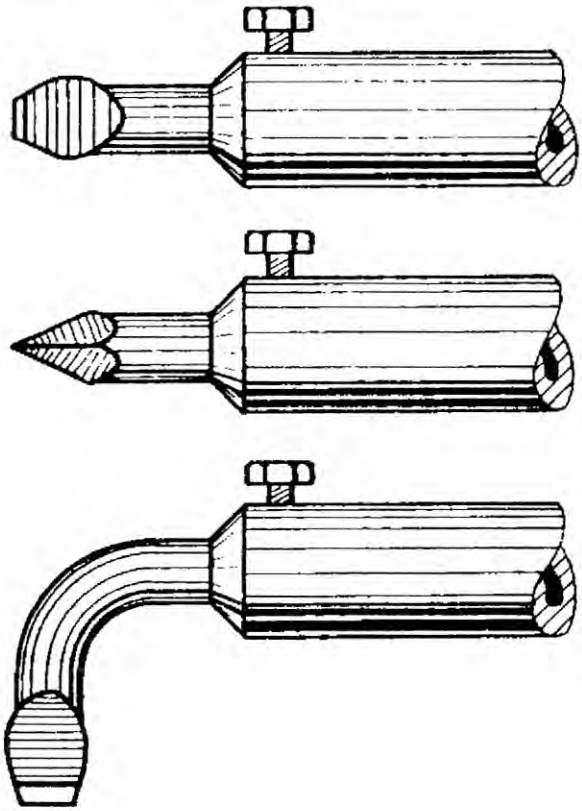
Soldador eléctrico.

soldador eléctrico está compuesto de una punta de cobre, fija a un tubo metálico, dentro del cual está ubicada la resistencia calentadora.

El tubo tiene acoplado a un mango aislante; de éste sale un cordón flexible para la conexión eléctrica



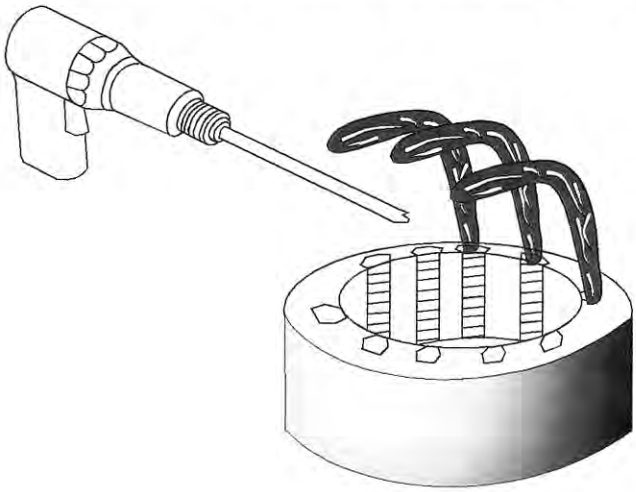
Las puntas de cobre pueden tener diversas formas



CORTADORES DE CABEZAS DE BOBINAS

Se pueden encontrar en el mercado los de tipo percusión, para ello se debe colocar la punta acerada adecuada y hacer el cizallamiento ranura por ranura, hasta quedar libre la cabeza de bobina.

Otra manera es a través de un disco sierra con dientes pequeños, se hace girar el disco al nivel del núcleo estatorico, haciendo presión lo suficiente para producir el corte del bobinado.



LIMPIADORES DE RANURAS

Esta herramienta está formada por una hoja dentada de acero (figura 1), con una empuñadura o mango.

Se puede construir r con un trozo de hoja de sierra para metales, a la que se le quita la trava de los dientes en una piedra amoladora.

Los dientes deben quedar con relación al mango en la forma que in dica la figura 1.

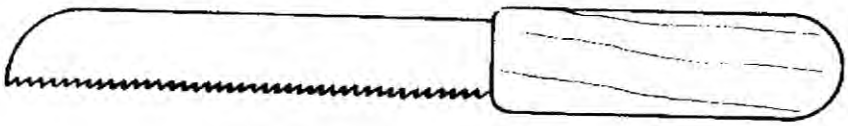


FIGURA 1

Al igual que el anterior se puede darle una forma de gancho en la punta (extremo) de la hoja, como se muestra en la figura 2

FIGURA 2

LA ESPÁTULA

La espátula (figura 3) sirve para introducir y alinear los alambres dentro de la ranura.

Se construye con fibra, madera dura o materiales no metálicos, en forma de cuña con un espesor tal que permite introducir la con facilidad en la ranura.

Con la finalidad de facilitar su manipulación dentro de la ranura es conveniente redondear una de sus esquinas inferiores.

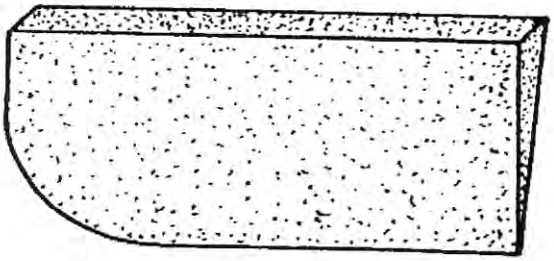
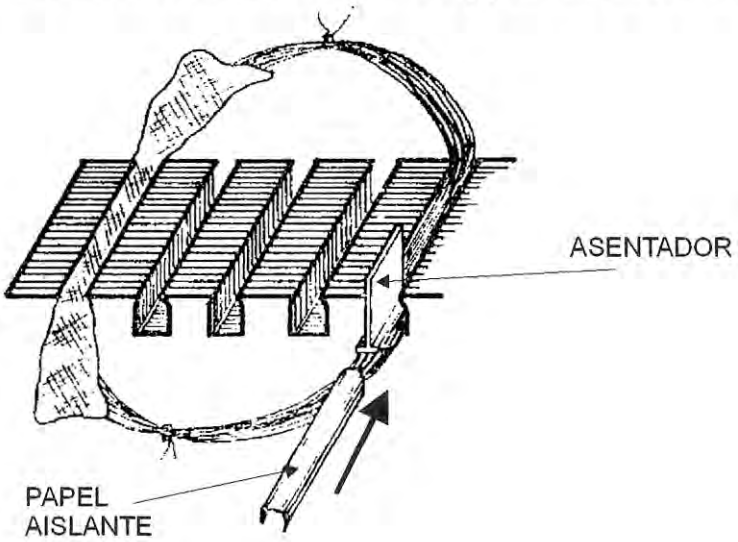


FIGURA 3

EL ASENTADOR

Permite bajar ligeramente los hilos dentro de la ranura y permitir colocar con la facilidad el aislante.



MAQUINAS BOBINADORAS

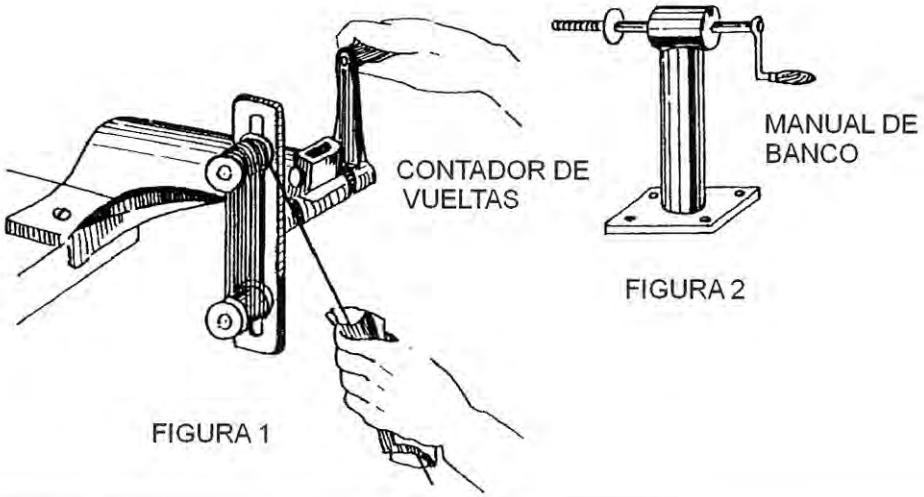
Las máquinas bobinadoras se pueden clasificar en:

Manuales

Eléctricas

Maquinas manuales

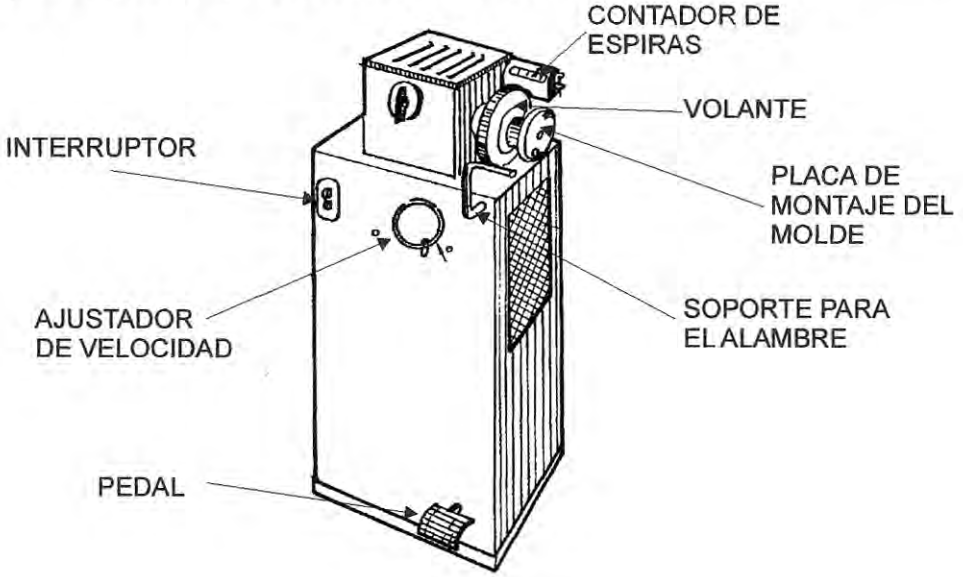
Dentro de las máquinas manuales existen varios tipos de diferentes formas, pero, en general, constan de un soporte, un eje roscado en el cual se coloca el molde, una manivela y un cuenta vueltas (figura 1 y figura 2)



MAQUINAS ELÉCTRICAS

Estas máquinas son accionadas por un motor eléctrico y disponen de un sistema regulador de velocidad del eje que soporta el molde accionado por un pedal ubicado en la base de la máquina.

Algunas máquinas disponen además de un sistema automático de avance y retroceso. Regulable, que ubica las espiras una al lado de la otra sin dejar espacios.



MOLDE REGULABLES O UNIVERSALES

Existen varios tipos de moldes regulables constituidos de tal forma que permiten lograr diferentes tamaños y formas de .bobinas.

Estos moldes pueden ser realizados en madera, metal u otros materiales rígidos.

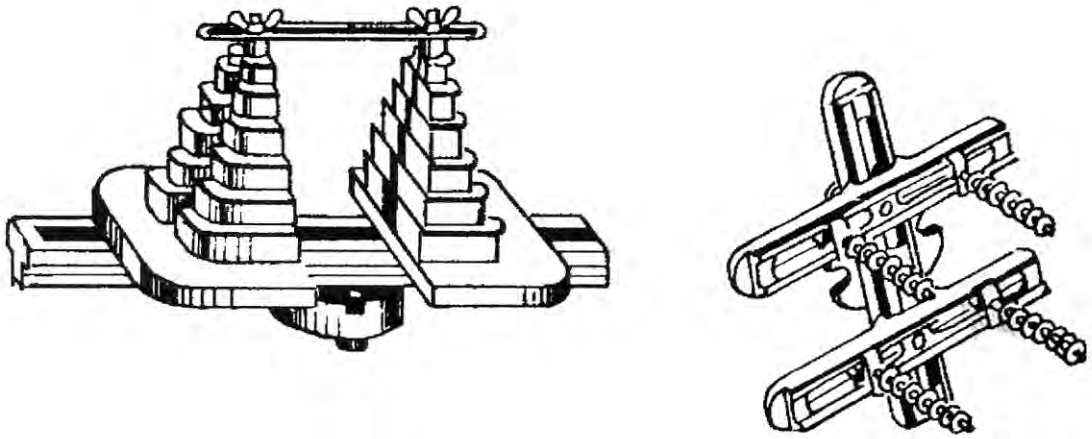


TABLA DE CONDUCTORES ESMALTADOS

Nº AWG	DIAMETRO EN		SECCION	RESISTENCIA	PESO	CARGA	AMPERIOS	CARGA4	CORTE
	mm^2	Milesimos/p	mm^2	Ohm/Km	Kg./Km	Desnuda	Aislado	$Amp./mm^2$	Funcion
0000	11.68	460.0	107.2	0.16	953	300	270	429	3220
000	10.40	409.6	85.03	0.2	756	240	210	340	2685
00	9.266	364.8	67.43	0.26	592	200	180	270	2262
0	8.251	324.8	53.48	0.33	475	175	136	214	1905
1	7.348	289.3	42.41	0.42	377	150	120	170	1595
2	6.554	257.6	33.63	0.53	299	120	90	134	1340
3	5.827	229.4	26.67	0.67	237	105	75	107	1128
4	5.189	204.3	21.15	0.84	188	100	70	85	947
5	4.621	181.9	16.77	1.06	149	85	55	67	800
6	4.115	162	13.30	1.34	118	70	50	53	671
7	3.665	144.3	10.55	1.69	93.7	65	45	42	565
8	3.264	128.5	8.366	2.13	74.4	53	33	33	475
9	2.906	114.4	6.634	2.69	58.9	35	28	26.5	396
10	2.588	101.9	5.261	3.39	46.8	30	25	21	334
11	2.305	90.74	4.172	4.26	37.1	25	20	16.5	285
12	2.053	80.81	3.309	5.38	29.4	22	18	13	235
13	1.828	71.96	2.624	6.79	23.3	19	16	10.7	220
14	1.628	64.08	2.081	8.59	18.5	15	13	8.4	166
15	1.450	57.07	1.650	10.79	14.7	12	10	6.6	140
16	1.291	50.82	1.309	13.65	11.6	10	8	5.2	117
17	1.150	45.26	1.038	17.16	9.23	8	4	4.2	100
18	1.024	40.3	0.8231	21.69	7.32	6	3	3.3	83

TABLA DE CONDUCTORES ESMALTADOS

Nº AWG	DIAMETRO EN		SECCION	RESISTENCIA	PESO	CARGA	AMPERIOS	CARGA4	CORTE
	mm^2	Milesimos/p	mm^2	Ohm/Km	Kg./Km	Desnuda	Aislado	$Amp./mm^2$	Funcion
19	0.9116	35.89	0.6527	27.33	5.80	4	2	2.6	67
20	0.8118	31.96	0.5176	34.45	4.60	3.6	1.8	2.1	56
21	0.7229	28.46	0.4105	43.31	3.65	3.2	1.5	1.6	49
22	0.6438	25.35	0.3255	55.12	2.89	2.8	1.2	1.3	41
23	0.5733	22.57	0.2582	68.90	2.30	2.4	1.0	1.0	34.5
24	0.5106	20.1	0.2047	87.27	1.82	2.0	0.8	0.8	29
25	0.4547	17.9	0.1624	99.13	1.44	1.7	0.6	0.65	24.5
26	0.4049	15.94	0.1288	139.11	1.14	1.5	0.55	0.51	20
27	0.3606	14.2	0.1021	174.55	0.908	1.2	0.45	0.41	17.7
28	0.3211	12.64	0.08098	221.80	0.720	1.1	0.4	0.32	14.7
29	0.2859	11.26	0.06422	275.60	0.571	0.9	0.3	0.26	12.5
30	0.2546	10.3	0.05093	351.07	0.453	0.8	0.25	0.2	10.2
31	0.2268	8.928	0.04039	442.93	0.359	0.65	0.2	0.16	8.7
32	0.2019	7.95	0.03203	551.21	0.285	0.55	0.15	0.13	7.3
33	0.1800	7.087	0.02545	698.85	0.227	0.46	0.12	0.1	6.2
34	0.1601	6.305	0.02014	885.87	0.179	0.40	0.11	0.08	5.1
35	0.1426	5.615	0.01597	1122.10	0.142	0.32	0.09	0.064	4.4
36	0.1270	5	0.01267	1407.55	0.113	0.28	0.7	0.051	3.6
37	0.1131	4.453	0.01005	1738.93	0.0893	0.24	0.06	0.04	3.1
38	0.1007	3.965	0.007967	2201.55	0.0708	0.18	0.04	0.032	2.6
39	0.089	3.531	0.006318	2874.16	0.0562	0.15	0.03	0.025	2.1
40	0.07987	3.145	0.005010	3674.72	0.0445	0.13	0.02	0.02	1.7

1 pie = 3048

1 metro = 3281 pies

Los valores de resistencia valen para cobre de dureza media, según la ASTM B25 combirtio en sistema métrico (temp. 20^0 C)

La tabla anterior es para el uso practico de los alambres de cobre.

TERMINALES PARA MOTORES

TERMINALES A PRESIÓN

Son los que se sujetan a los conductores por medio de tornillos o por aplastamiento del manguito (figura a).

El aplastamiento del manguito se realiza con un alicate especial (figura b).

Estos terminales se emplean en todos los tipos de instalaciones y tienen la ventaja de que permiten realizar las conexiones con mayor rapidez.

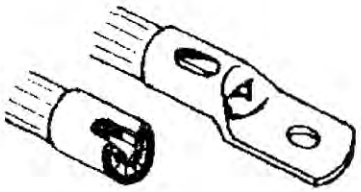


FIGURA a

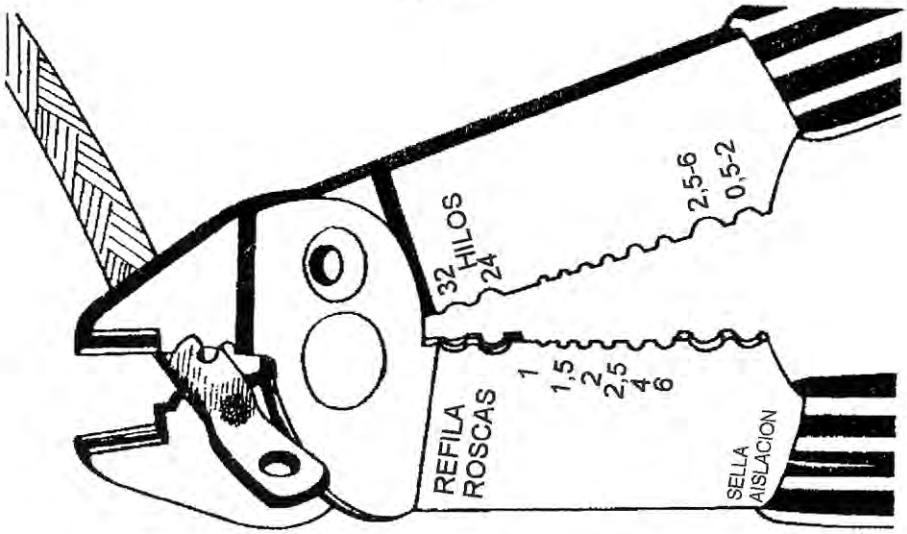


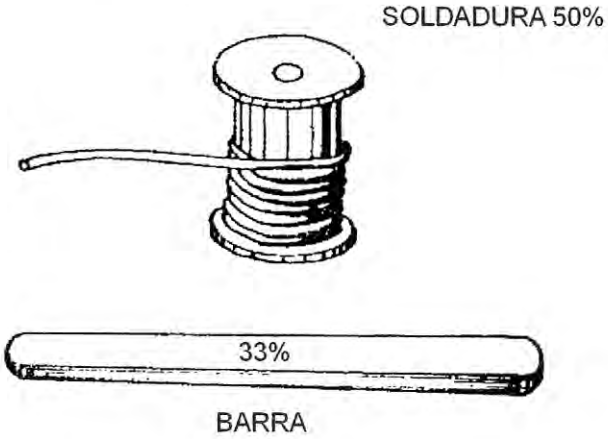
FIGURA b

ALEACIONES DE ESTAÑO - PLOMO PARA SOLDADURAS

El electricista hace frecuentemente soldaduras con aleaciones de estaño y plomo para obtener un buen contacto eléctrico y rigidez mecánica en uniones de conductores, terminales y manguitos.

CARACTERÍSTICAS

Las aleaciones estaño-plomo se presentan en forma de barras de unos 35 cm de largo o de alambres con núcleos de resina (como se muestra en la siguiente figura).



Las barras o los carretes de alambres tienen indicado el porcentaje de estaño que contiene la aleación. Por dicho porcentaje se las denomina comercialmente

TABLA

Las aleaciones utilizadas comúnmente, su aplicación y las temperaturas de fusión se indican en la tabla siguiente.

ALEACIÓN ESTAÑO- PLOMO (%)	TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	AMPLIACIÓN
33 - 67	250	Soldadura en cables, terminales y manguitos
50 - 50	215	Soldadura en alambres y terminales pequeños

CONDICIONES DE APLICACIÓN

Para obtener una buena soldadura, los elementos a soldar deben estar limpios, libres de óxidos y recubiertos con desoxidantes.

El desoxidante más utilizado es la resina.

Se puede utilizar también pastas que no contengan ácidos o sales corrosivas.

La sal de amoníaco se usa solamente para limpiar la punta de cobre del soldador.

Las piezas soldadas no deben moverse hasta que la aleación que es de color plateado brillante cuando está fundida, adquiera un color plateado opaco, eso indicará que ya se ha endurecido.

MATERIALES AISLANTES PARA MOTORES ELÉCTRICOS

Aislante eléctrico es todo material de conductibilidad eléctrica tan pequeña que la corriente, a través de él puede despreciarse.

Esa corriente se llama de fugas.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Un aislante debe reunir una serie de propiedades que dependen del uso al cual se destine.

Las características más importantes se refieren a:

Condiciones eléctricas.

La capacidad de aislación se denomina rigidez dieléctrica.
Los aislantes deben tener una resistencia de aislación proporcionada a la tensión de trabajo.

Condiciones mecánicas.

La aislación de las bobinas de máquinas giratorias debe soportar esfuerzos centrífugos y vibraciones, lo cual exige una resistencia mecánica adecuada.

Condiciones químicas.

La aislación muchas veces está sometida a la acción de ácidos, aceites, álcalis, etc; es importante su resistencia a esos ataques.

Condiciones técnicas.

Los aislantes deben mantener sus condiciones en las distintas temperaturas de trabajo; ésta propiedad determina la vida de la aislación.

CLASIFICACIÓN

La clasificaci6n más usada en bobinados comprende tres grandes grupos de materiales aislantes:

1 - Papeles, cartones y fibras.

2 - Telas y cintas aislantes.

3 - Mica y telas de fibras de vidrio.

1. Papeles y Cartones

Se fabrican a base de pulpa de madera, trozos o fibras vegetales como como puede ser: yute, algodón o cáñamo.

Se encuentran en el comercio en forma de rollos de distintos espesores, sin y con impregnación.

Tienen la propiedad de ser flexibles pero carecen de resistencia mecánica o a la abrasión, siendo el papel de cáñamo el de mayor resistencia mecánica.

Son poco resistentes al calor.

Como son higroscópicos o porosos, se los usa impregnados con barnices, resinas o aceites secantes.

Papel condensador.

Este tipo de papel, conocido también como papel cristal, es fabricado de trozos y pulpas de papel, en espesores de 0.038 a 0.076 mm.

Presspan.

Se elabora en forma de papel o cartón prensado, impregnado en aceite de lino, y es muy empleado en la construcción de dínamos, alternadores, motores eléctricos y transformadores

La impregnación lo protege de la humedad y da consistencia al bobinado.

Como tiene poca resistencia mecánica se moldea fácilmente.

Se encuentra en espesores que varían entre 0.10 y 0.80 mm.

Fibra.

Es una chapa aislante derivada del papel que tratando papel de algodón con cloruro de zinc y luego se lamina al espesor deseado.

Es un material sólido y rígido, de excelente resistencia mecánica y alto coeficiente de aislación.
Su principal defecto es que absorbe humedad, cambiando sus dimensiones físicas y aún sus propiedades.

Los colores más comunes son el rojo o el gris.

Al impregnar estos materiales con barnices, gomas lacas o baquelitas se consigue eliminar la humedad, aumentar su resistencia de aislación y su resistencia al calor.

Se fabrican en espesores que varían entre 0.1 y 3,2 mm.

2. Telas y cintas aislantes.

Los materiales usados son tejidos vegetales como el algodón y la seda natural o artificial.

La característica más importante de estos aislantes es la de ser flexibles.

Se impregnan con barnices aislantes o se recubren por un envolvente resistente a la humedad.

Los materiales aislantes, fibrosos o porosos se impregnan con barnices o aceites con las siguientes finalidades:

a) Impedir la entrada de la humedad.
b) Mejorar la conductibilidad térmica de la aislación.
c) Dar solidez mecánica al conjunto.
d) Suministrar protección contra el ataque de aceites, ácidos, álcalis, etc.

A veces la cinta tiene una cara cubierta de una sustancia adhesiva, para asegurar la permanencia en el lugar donde se la coloca

Tela cambric.

Se compone de un tejido fuerte de textura apretada y tratado con barnices aislantes de muy buena calidad, quedando una terminación pulida y brillante.

Se puede adquirir en el comercio por metros o en rollos de varias medidas y espesores.

Cinta de algodón.

Se compone de un tejido de fibras de algodón, que tiene buena resistencia a la tracción y que absorbe la humedad, lo que obliga a impregnarla.

3. Mica y telas de fibras de vidrio

Mica.

Es un mineral constituido por silicato de aluminio con otros componentes. Según la naturaleza de esos componentes tenemos dos tipos de micas: mica blanca o muscovita, que tiene potasio y la mica ámbar o flogopita que tiene magnesio.

La mica es un aislante de alta calidad con las siguientes cual ida des:

a) Tiene una rigidez dieléctrica sumamente elevada.
b) Resiste sin la menor alteración temperaturas muy elevadas.
c) Es inerte frente al agua, ácidos, álcalis, aceites y solventes
d) No es inflamable.

Telas de fibras de vidrio.

Están constituidas por un tejido o hilado de fibras de vidrio muy delgadas. Estas fibras se originan al hacer pasar vidrio fluido a presión de vapor a través de orificios muy pequeños de un recipiente especial. Son de un diámetro inferior a un cabello delgado y con ellos se forman telas, cintas y tubos.

No absorben humedad, resisten los ataques químicos, y pueden usar se a altas temperaturas.

CONDICIONES DE USO

Papeles	Papel Condensador	entre capas de bobinas de transformadores. Electroimánes
Cartones	Papel Presspan	Ranuras de rotores y estatores - carretes
Fibras Telas	Fibras Vulcanizadas	Carretes - separadores - cuñas - ranuras
Telas Y Cinta aislantes	Tela Cambric	Ranuras y núcleos en general acompañada de papel presspan
	Cintas de Algodón	Encintado y amarrado de bobinas
	Tubos aislantes (espaguettis)	uniones y conductores
Mica y Fibras de Vidrio	Mica	Entre delgas de colectores - ranuras
	Cintas de fibra de vidrio	Encintado de bobinas
	Tubos aislantes (Espaguettis)	Uniones y conductores

TEMPERATURA MÁXIMA DE TRABAJO DE LOS AISLANTES NOMBRE	GRADOS
Algodón, seda, papel y materiales orgánicos no impregnados ni sumergidos en die1éctricos líquidos.	90°C
Algodón, seda, papel y materiales orgánicos impregnados o sumergidos en die1éctricos líquidos.	100°C
Mica, amianto, fibra de vidrio y materiales inorgánicos construidos con ligazón de substancias orgánicas.	130°C
Mica, amianto, fibra de vidrio y otros materiales inorgánicos combinados con silicio o materiales de características similares.	180°C
Mica, materiales cerámicos, vidrio, cuarzo y materiales Inorgánicos similares.	más de 180°C

SOLVENTE DIELÉCTRICO

Es un producto volátil de alto poder limpiador de motores eléctricos, engranajes, generadores, relays, alternadores, dispositivos electromecánicos, limpia desengrasa al instante sin dejar residuos.

El solvente no ataca al metal, no es toxico, no ataca al jebe, no ataca a la pintura, no ataca la capa de ozono, no contiene tetracloruro de carbono, no es inflamable, no es corrosivo, no daña la piel.

PROPIEDADES FÍSICAS

Color	Transparente
Aspecto	Líquido
Olor	Limón
Flash point	No tiene
Toxic idad	Nula
Densidad	1.10 gr. / ml
P.H	6.5
Constante eléctrica	32 Kv
Peso por galón	4 Kg / Gl
Ecológico	Ambiental
Evaporación	Rapida

FORMA DE USO

Se utiliza puro, manualmente con trapo, waype, brocha, tambien puede usar pulverizador.

PRECAUCIÓN .

Al tener contacto con los ojos, lavarse con abundante agua.

BARNIZ AISLANTE AL AGUA

Barniz Aislante en base a agua, con altos contenidos de sólidos. Tiene características muy especiales y a sido formulado para obtener buena eficiencia a bajo costo, fácil de usar, mantener y sobre todo no es contaminante.

*Aplicación:

- Impregnación de bobinas, motores y estatores.

* Ventajas Relativas

- Puede adelgazar con el agua de un 70% a un 15% de sólidos.

- Clase térmica de 220°C.

- No emana gases tóxicos y cuando se derrama puede ser fácilmente limpiado con agua.

- Procedimiento de Aplicación y Curado

- Precalentar la unidad a una temperatura de 120° a 134°C recomendado pero no requerido.

- Permita que la pieza enfríe a una temperatura de 54° a 60°C antes de sumergirlo al barniz.

- Sumergir la unidad en el barniz de 10 - 15 minutos o hasta que deje de burbujear

- Escurrir la pieza de 10 a 15 minutos.

- Hornear la unidad a una temperatura de 107° a 150°C de 02 a 12 horas dependiendo del tamaño de la pieza

BARNIZ AISLANTE ALTA TEMPERATURA

Es un barniz aislante que resiste altas temperaturas, y ha sido satisfactoriamente usado en aplicaciones que van desde 105° a 220°C. Es un estándar en la industria por su buena resistencia en una variedad de aplicaciones.

*Aplicación:

- Impregnación de motores, estatores, bobinas de transformadores.

* Ventajas relativas:

- Puede ser adelgazado con solventes de bajo costo.

- Clase térmica hasta 250°C.

-Bajas temperaturas de horneado.

* Procedimiento de Aplicación y Curado.

- Precalentar la pieza de 121° a 135°C, por una hora, recomendado pero no necesario.

- Sumergir la pieza en barniz de 10 a 15 minutos o hasta que pare de burbujear.

- Dejar escurrir la unidad de 10 a 15 minutos.

- Hornear la pieza de 150° a 175°C de 02 a 10 horas, dependiendo del tamaño de la pieza.

BARNIZ DE AISLAMIENTO DE CURADO RÁPIDO

Es un barniz de aislamiento recientemente desarrollado y formulado para curar piezas o partes a temperaturas de 104° a 121°C en 30 ó 60 minutos.

.*Aplicación

Motores, transformadores y bobinas

.*Ventajas relativas:

- Excelente resistencia a la humedad.

- Excelente impregnación en motores estatores y transformadores.

- Baja temperatura de curado y secado.

- Rápido curado.

.*Procedimiento de aplicación y curado:

-Precalentar la humedad de 115° a 130°C por una hora, recomendable pero no absolutamente requerido.

- Dejar enfriar la unidad de 70 a 76. C antes de la inmersión en el barniz.

- La inmersión en el barniz debe de ser por 10 a 15 minutos hasta que el burbujeo concluya.

- Drenar de 10 a 15 minutos.

- Secar la unidad a 104-121°C por 1 a 2 horas dependiendo del tamaño de la pieza.

BARNIZ AISLANTE

SECADO AL AIRE

Es un barniz que seca rápidamente al aire, y esta manufacturado con solventes tipo "66". Por su propiedad de secado rápido, este barniz es ideal para impregnar las bobinas de los transformadores y las bobinas de los motores.

*Aplicación:

- Motores, estatores, bobinas, como una sobrecapa para piezas ya impregnadas.

*Ventajas relativas:

- Buena resistencia a la humedad.

- Bajo costo de energía.

- Rápido secado al aire

- Clase térmica hasta 220°C

*Procedimiento de aplicación y curado:

- Sumergir la unidad en barniz de 10 a 15 minutos o hasta que pare de burbujear.

- La superficie de la unidad secará al tacto, de 30 minutos o una hora.

- Para un curado más rápido hornear de 66°a 121°C.

BARNIZ ROJO

SECADO AL AIRE

Previene que las capas aislantes interiores sean atacados por aceites, grasas, gases, ácidos, alcalis o agua. Este barniz asegura un recubrimiento completo si es aplicado cuidadosamente, ya sea por inmersión, con brocha o con aerosol. A pesar de su apariencia suave es muy fuerte, y resiste aun cuando el aparato esta en operación. Es flexible, resistente al calor, al arco y repele el polvo. Para mejor secado al aire sumergir la pieza a una temperatura de 120°C a 130°C.

* Aplicación:

- Recubre las partes que ya han sido impregnadas por otro barniz.

*Ventajas relativas:

- Buena resistencia a la humedad

- Buena resistencia química

- Rápido secado al aire

*Procedimiento de aplicación y curado del Barniz.

- Precalentar la pieza de 120°C a 130°C.

- Sumergir la pieza en el sellador (Barniz)

- Dejar secar al aire de 30 a 40 minutos ó

- Sumergir la pieza en el sellador(Barniz)

- Hornear la pieza a una temperatura de 88°C a 93°C por 30 a 40 minutos.

BARNIZ AISLANTE **SECADO AL HORNO CLASE F/H- 4 HORAS**

Es un barniz muy versátil, utilizado y aceptado en las industrias eléctricas. Su larga duración, facilidad de mantenimiento y aplicación, que le ha permitido tener muchos éxitos a través de los años.

*Aplicación:

-Impregnación de equipos eléctricos, electrónicos, motores, bobinas y transformadores, etc.

*Ventajas Relativas:

-Clase térmica hasta 220°C.

-Altos sólidos de resinas a una viscosidad media

-Alta resistencia mecánica

-Compatible con todo tipo de alambres magnéticos.

*Procedimiento de aplicación y curado

-Precalentar la pieza a una temperatura de 120° a 134°C, recomendado pero no es absolutamente necesario.

-Permitir que la pieza enfríe de 54°a 65° C antes de sumergirla en el barniz.

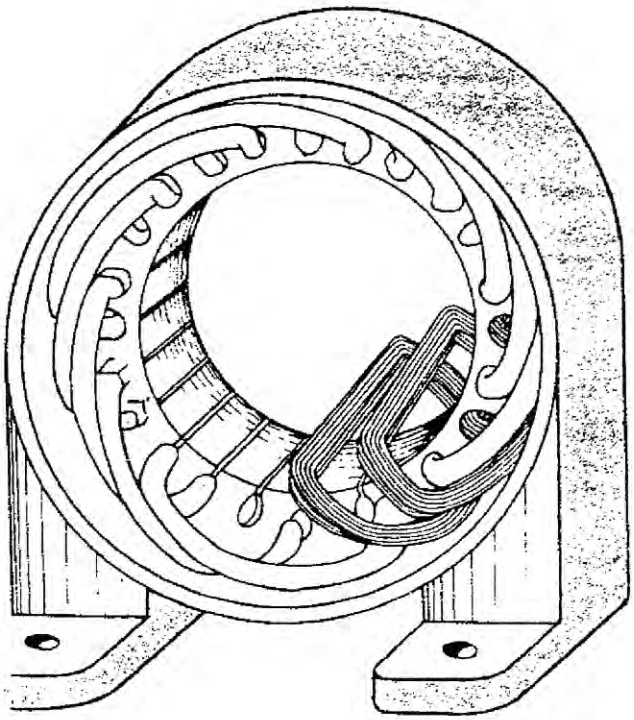
-Sumergir la pieza en el barniz de 10 a 15 minutos o hasta que pare de burbujear.

-Escurrir la unidad de 10 a 15 minutos

-Hornear de 135°a 176°C de 4 a 12 horas dependiendo del tamaño de la pieza.

TAREA 2

COLOCACION DE BOBINADO TRIFASICO DE SIMPLE CAPA



N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Aislar ranuras de motor trifásico	Papel aislante
02	Preparar molde para bobina de simple capa	Taco de madera
03	Hacer grupo de bobina de simple capa	Alambre esmaltado para bobinado
04	Colocar grupo de bobina de simple capa	Arco de sierra
05	Aislar grupo de bobina	Martillo de goma
06	Amarrar bobina en lado opuesto a conexiones de motor trifásico	Regla metalica
		Tijera para papel
		Espatula de fibra
		Pita, cinta de algodon

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01			
SENATI		COLOCACION DE BOBINADO TRIFASICO DE SIMPLE CAPA	HT 02	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

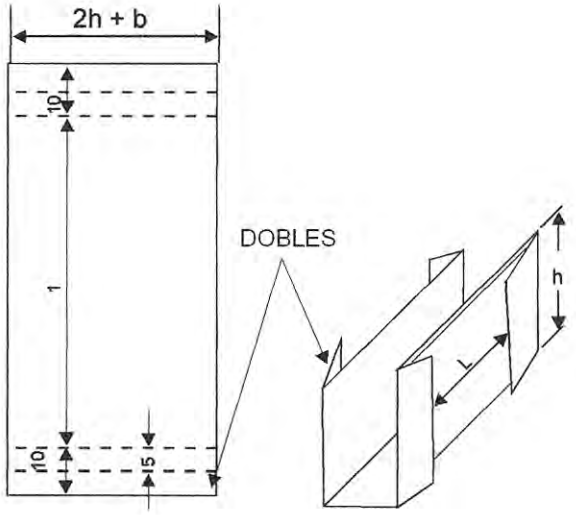
CORTE PAPEL AISLANTE.

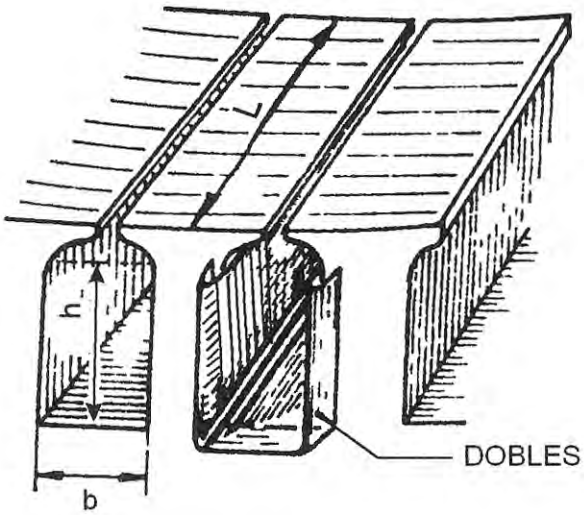
- Determine el sentido de las fibras del papel aislante antes de cortar.

- Prepare una muestra del aislante, cortando 20 mm mayor que el de la ranura (L) para poder doblarlo reforzando las salidas de las ranuras; Su ancho se debe calcular sumando a la longitud de la base (b) dos veces de la altura de la ranura (h).

- Pruebe la muestra en la ranura, y haga las modificaciones necesarias.

- Prepare el total de aislante en números igual a las ranuras del estator.

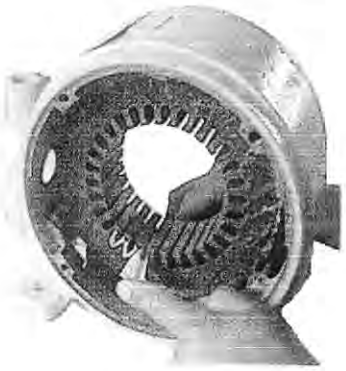




COLOCAR AISLANTES

- Introduzca el aislante deslizandolo desde un extremo.

- Observe que el aislante sobresalga igual distancia en ambos lados (centrar), cuide que el doblez quede fuera de la ranura.

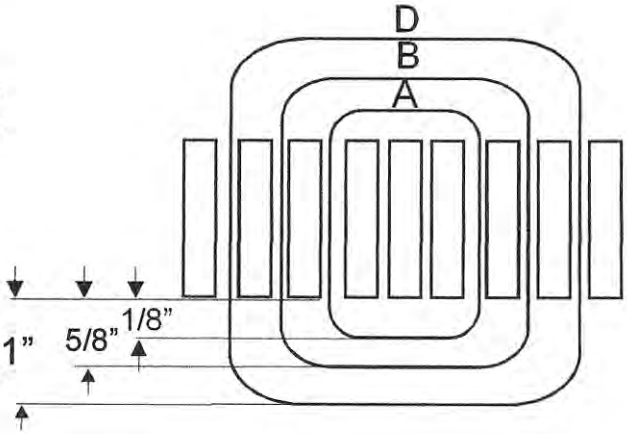


OPERACIÓN

PREPARAR MOLDE PARA BOBINA DE SIMPLE CAPA

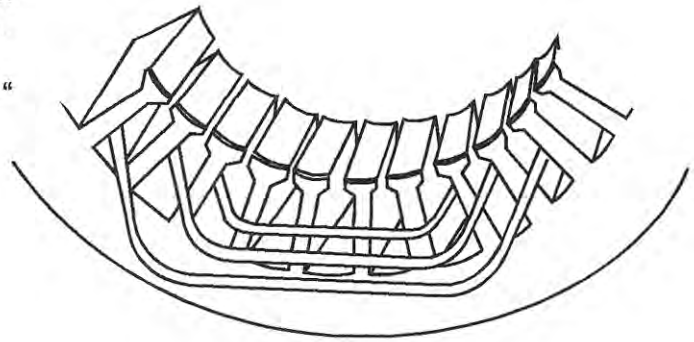
PREPARACIÓN DEL MOLDE PARA BOBINAS DESIGUALES

- Use un trozo "a" de alambre # 20 y coloquelo con un paso 1 - 4 en las ranuras.



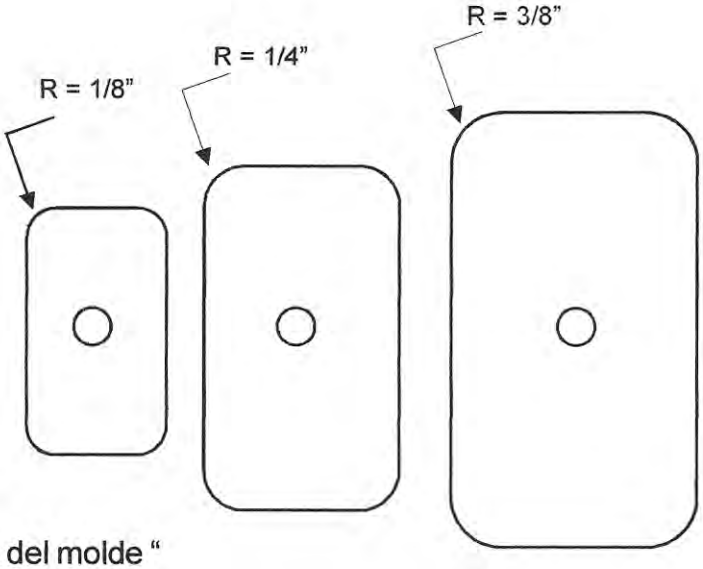
- De igual modo coloque los alambres " b " y " c " con pasos 1 - 6 y 1 - 8 respectivamente.

- Considere la curva correspondiente al diámetro del estator.
- Saque los alambres y prepare un molde de madera de ½"para cada uno.
- Redondee las esquinas del molde " a " con un radio de 1/8".



- Redondee las esquinas del molde " a " con un radio de 1/8".

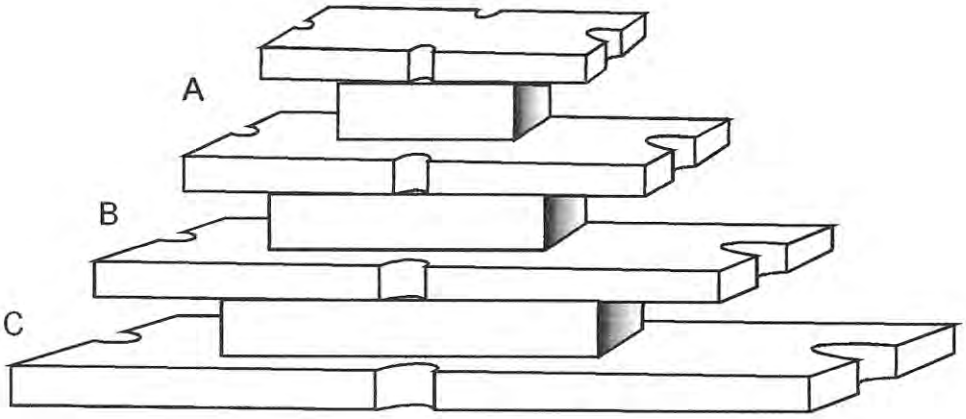
- Redondee las esquinas del molde "b " con un radio de 1/4".



- Redondee las esquinas del molde " c" con un radio de 3/8".

- De a los cantos una inclinación de 3º.

- Perfore un orificio de 3/8 y arme el molde con los respectivos separadores

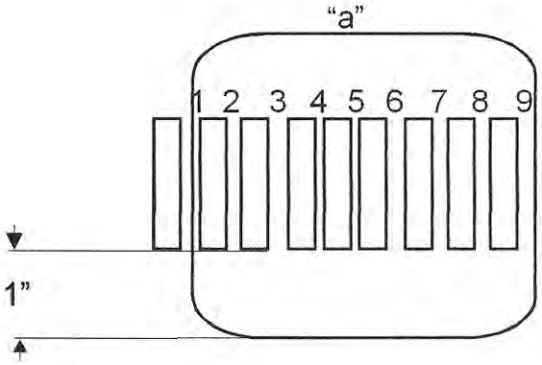


OPERACIÓN

PREPARACIÓN DE MOLDE PARA BOBINA IGUALES

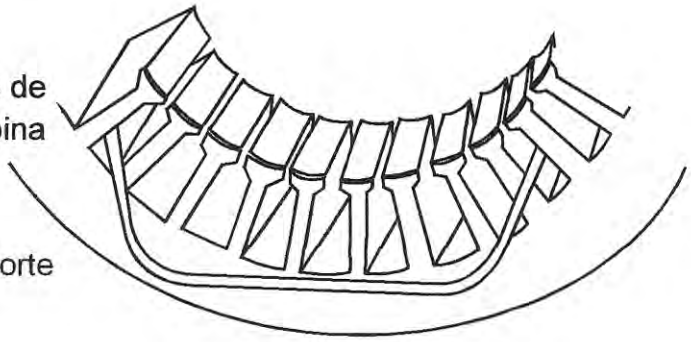
- Use un trozo de alambre "a" Nº 20 AWG y coloquelo con un paso (de acuerdo al esquema del bobinado) sobre las ranuras del estator.

- Considere la curva correspondiente al diámetro del estator



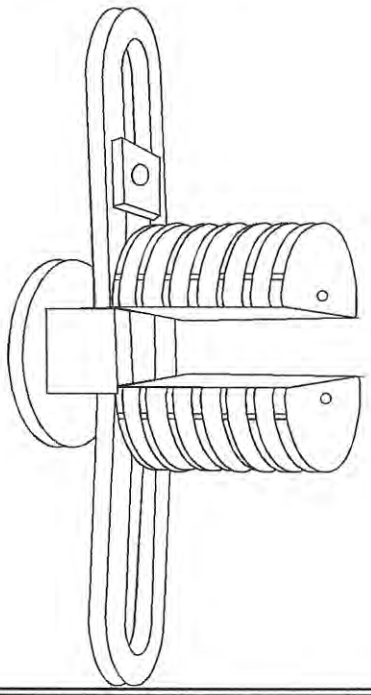
- Saque el alambre y prepare un molde de madera de ½"de ancho para cada bobina (4)

- Redondee las esquinas del molde y corte por la mitad.



- Perfore un orificio de 3/8" en cada mitad.

- Arme el molde con los respectivos separadores



OPERACIÓN

HACER GRUPO DE BOBINA DE SIMPLE CAPA

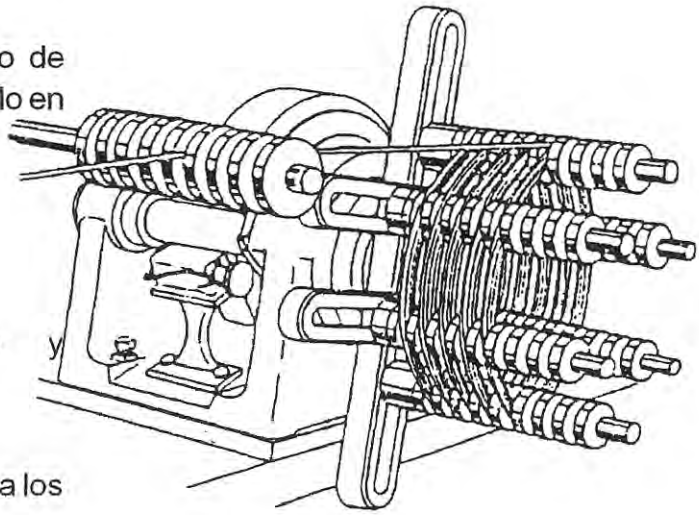
- Para simple capa el número total de bobinas sera :

$$B_T = \frac{N_r}{2}$$

- Ejemplo: el número total de bobinas para un bobinado de simple capa, con un estator de 24 ranuras sera:

$$B_T = \frac{24}{2} = 12 \text{ bobinas}$$

- Seleccione el molde en función al tipo de bobina (iguales - desiguales) y asegurelo en la máquina bobinadora.



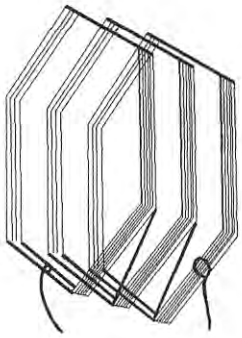
- Coloque el cuenta vueltas a cero.

- Seleccione el calibre del alambre y asegurelo en un extremo del molde.

- Arrolle el número de vueltas de acuerdo a los datos sacados del bobinado anterior.

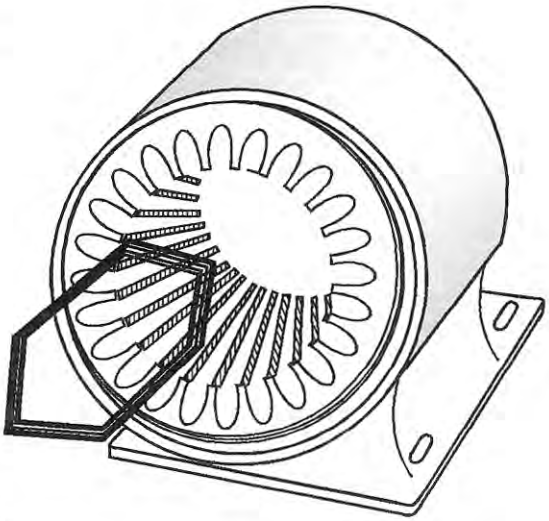
- Ponga de nuevo el cuenta vueltas a cero y arrolle la segunda bobina.

- Haga las bobinas restantes , hasta completar el grupo.



- Amarre con una pita o sujetadores especiales en cada lado de la bobina para evitar que se deforme al momento al momento de sacar las bobinas del molde

- Retire las bobinas, aflojando el molde.
- Pruebe el grupo de bobinas en el estator
- Haga los grupos de bobina restantes, de acuerdo a los pasos anteriores



NOTA :

- No cruce las vueltas al hacer la bobina
- Estire el alambre lo necesario (puede romperse o perder su sección).

OPERACIÓN

COLOCAR GRUPO DE BOBINA DE SIMPLE CAPA

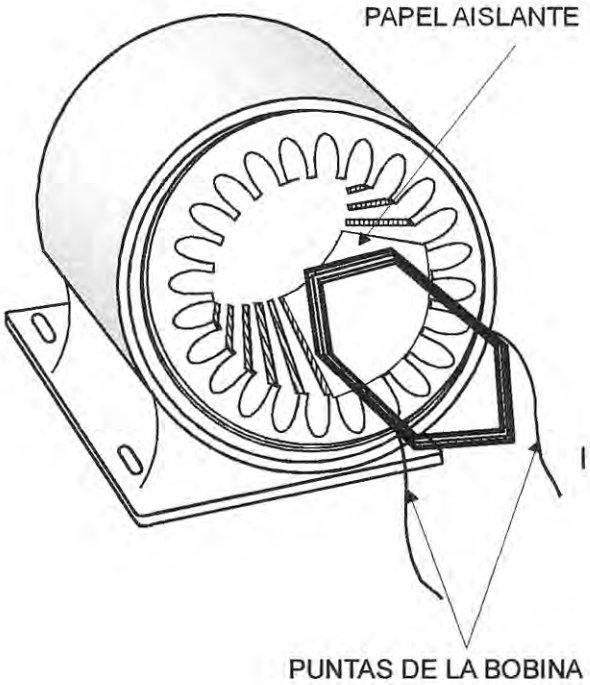
▶ COLOQUE LA PRIMERA BOBINA

- Ubique el lado por donde irán a salir los terminales hacia la caja de bornes

- Coloque un trozo de papel aislante en el interior del núcleo, para proteger la bobinas de roces que puedan perjudicar la aislación de la bobina del lado opuesto al que se introduce.

- Identifique la primera bobina del grupo y curve la cabeza de bobina (con la mano) de modo que siga la curva interior del núcleo.

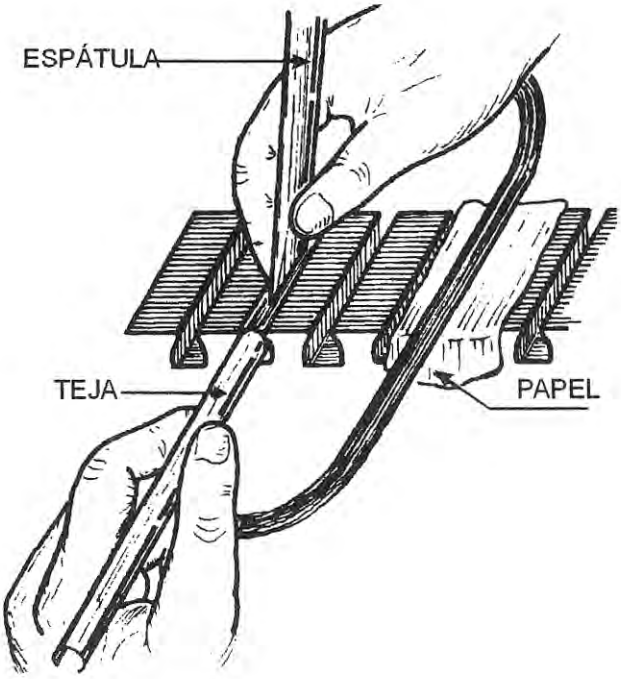
- Ubique la primera bobina dentro del estator con las puntas de bobina hacia su lado derecho, con un lado apoyado en la ranura que va ha utilizar, y la bobina inclinada hacia el lado alejado de su cuerpo.



- Ordene los alambres del haz que va a introducir en la ranura con los dedos pulgar e índice, e introdúzcalos en ella uno a uno.

- Pase una espátula de fibra sobre los alambres alojados en la ranura y asegurese de que no queden alambres cruzados.

- Coloque el aislante, ayudándose con la bobina, con la que se realiza un movimiento de vaivén durante el cual el aislante penetra aprovechando sólo el movimiento de empuje.

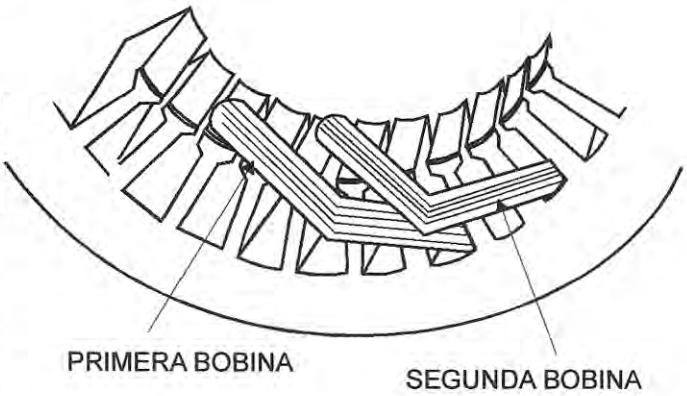


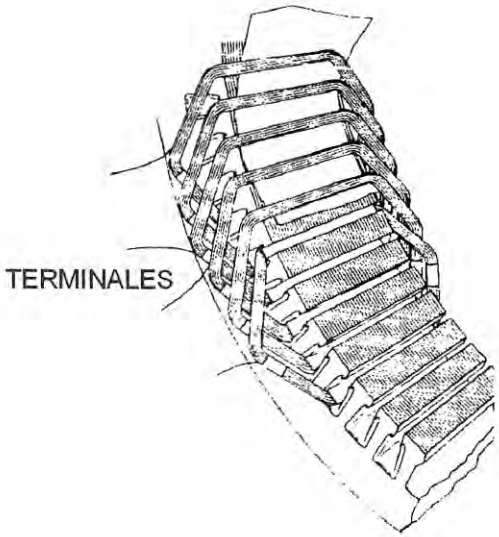
NOTA:

- Al introducir los alambres en la ranura, evite dañar su aislamiento en los bordes de la misma.
- Verifique que ningún alambre se halla introducido entre la aislación y el costado de la ranura.
- Envite trenzar los alambres, al introducirlos en la ranura.

COLOQUE LA SEGUNDA BOBINA

- Identifique las ranuras donde se alojara la segunda bobina
- Coloque el lado de la segunda bobina en la ranura correspondiente repitiendo los pasos anteriores para la primera bobina, manteniendo el mismo sentido de arrollamiento.
- Sujete con una cinta el lado de la bobina que quedo sin colocar, atándolo al núcleo para que no moleste al colocar las siguientes bobinas.
- Coloque las bobinas restantes del grupo de bobinas, teniendo en cuenta el paso de cada bobina (observe el esquema original).
- Moldee con los dedos y las palmas de las manos las cabezas de bobina





COLOQUE LOS GRUPOS RESTANTES

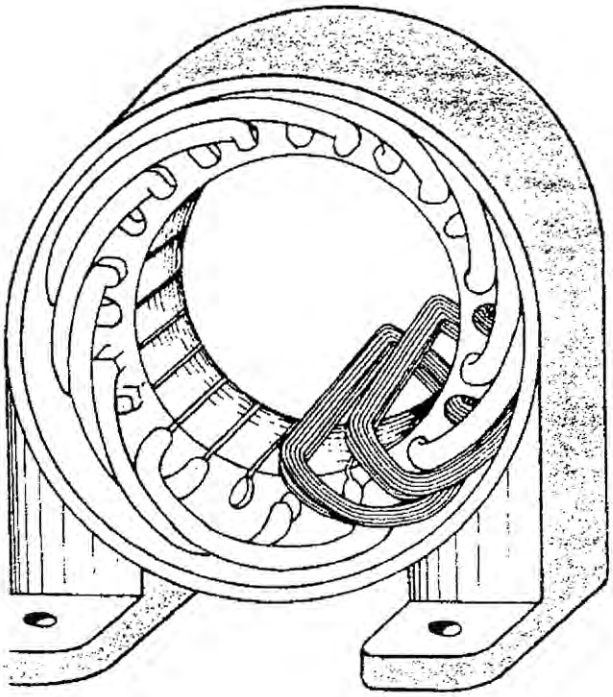
- Dependiendo del tipo de bobinado identifique las ranuras para el segundo grupo de bobinas.

- Coloque la primera bobina cuidando que el terminal salga por el lado derecho y siga la secuencia hasta colocar la última bonina

- Coloque los grupos de bobina restantes, siguiendo la secuencia anterior.

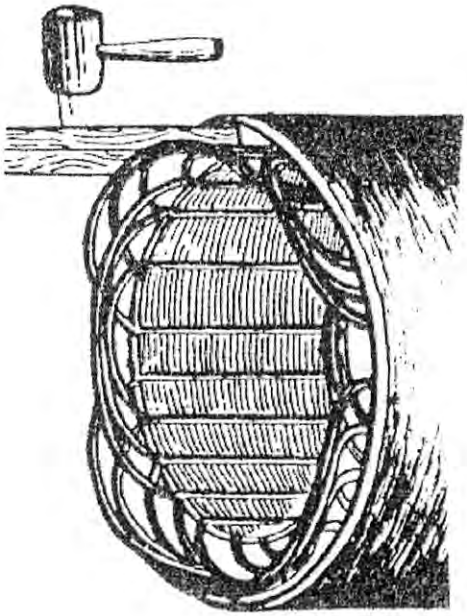
- Desate y baje los lados de las primeras bobinas que aún no se colocaron e introdúzcalos en las respectivas ranuras.

- Arregle las cabezas de bobina en conjunto para que formen una corona uniforme, a ambos lados del núcleo.



NOTA :

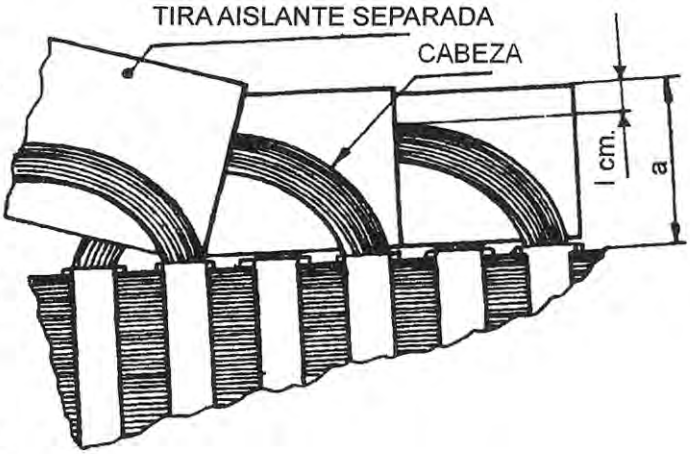
Verifique que los aislantes no se hayan roto para moldear las cabezas de bobina, si se encuentra en mal estado , cámbielo por uno nuevo



OPERACIÓN

AISLAR GRUPO DE BOBINAS

- Mida el ancho de un grupo de bobina
- Mida la distancia que sobresale el grupo del estator.
- Corte papel aislante de 0.20 mm de acuerdo a las medidas obtenidas anteriormente, pero aumentadas en 10 mm (1 cm).
- Coloque el aislante entre dos grupos de bobina continuas en ambos lados del estator.
- Corte las esquinas del aislante que sobresalga demasiado.



NOTA:

- Todos los grupos deben quedar aislados entre si.
- No malogre el alambre al cortar el aislante con la tijera

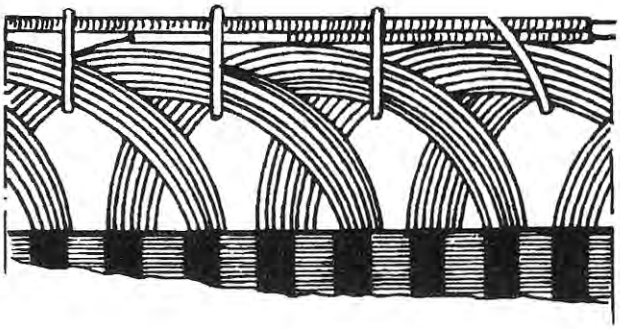
OPERACIÓN

AMARRAR BOBINA EN LADO OPUESTO A CONEXIONES DE MOTOR TRIFÁSICO

- Pase dos vueltas de pita de cañamo al rededor de la periferia del bobinado

- Pase la pita de cañamo al rededor de las bobinas, pasando también por las dos vueltas de pita de cañamo colocados anteriormente y dejando en cada vuelta una o dos ranuras libres (dependiendo del diámetro del estator)

- Amarre un extremo de la pita y ajuste las bobinas.



NOTA:

- Tenga presente que el aislante debe separar por completo las bobinas de uno y otro grupo

BOBINADO DE SIMPLE Y DOBLE CARGA

Considerando el número de lados de bobinas que alberga cada ranura, los bobinados se dividen en:

-Bobinado de simple capa

-Bobinado de doble capa

-Bobinado mixtos

-Bobinado de simple capa

Son aquellos en los cuales un lado de bobina ocupa por entero toda su ranura. Cada ranura alberga pues todos los conductores que componen un lado de una bobina, y nada más que dichos conductores.

Como cada bobina tiene dos lados es claro que el número total de bobinas de los arrollamientos a una capa es Igual a la mitad del número de ranuras de !a máquinaN°t = Nr / 2 Donde: N°bt : número de bobinas totales.

Según que las bobinas que componen el arrollamiento a una capa tengan el mismo paso o que éste sea variable, se dirá que se trata de un arrollamiento a una capa con:

- bobinas de paso iguales (constante)

- bobinas de paso diferentes (Variables)

Los arrollamientos a una capa con bobinas de paso iguales (figura a) suelen disponerse con las cabezas de bobinas solapadas. Las bobinas que tienen el mismo paso son. lógicamente, Iguales entre sí; de modo que estos arrollamientos constan de bobinas que son todas idénticas, aunque cada grupo pueda llevar diferente número de bobinas.

Los arrollamientos a una capa con bobinas de paso diferentes se disponen a veces, con las cabezas de bobinas distribuidas en dos planos (fig. b).

Otras veces las cabezas de bobinas se sitúan en tres planos (fig. C)

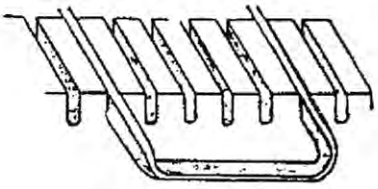


Figura a: En los arrollamientos a una capa, cada una de las ranuras alberga un solo lado de bobinas

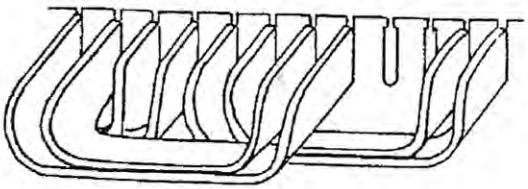


Figura b: Cabezas de bobina dispuestas en dos planos

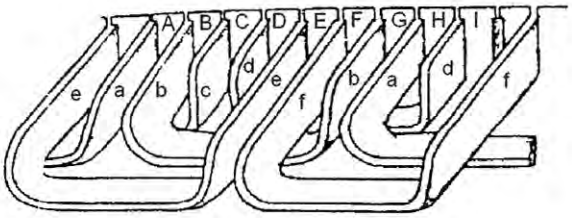


Figura c: Cabezas de bobina dispuestas en tres planos

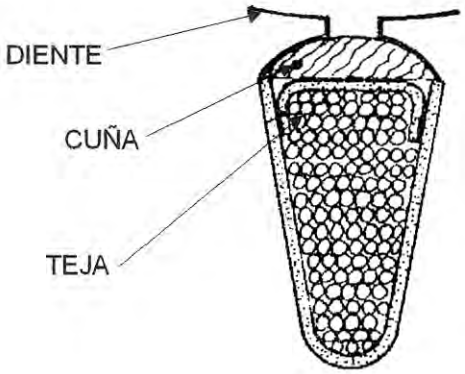
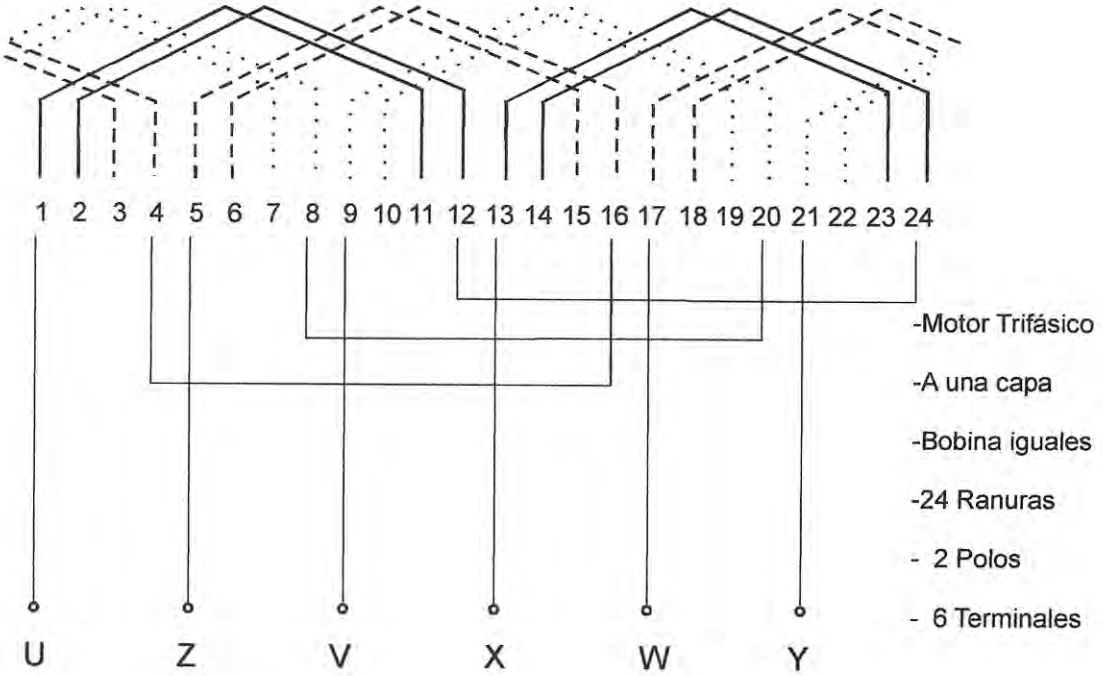
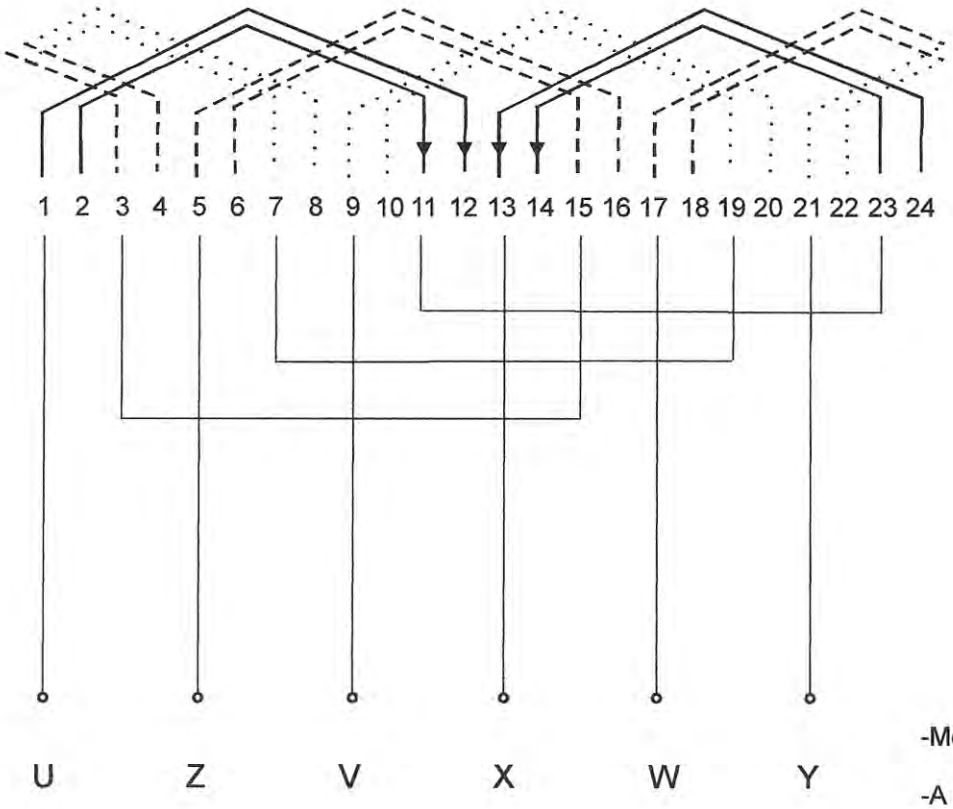


Figura c: Ranura espontánea en corte

Esquema desarrollado de bobinado trifásico de simple capa



Esquema desarrollado de bobinado trifásico de simple capa



-Motor Trifásico

-A una capa

-Bobina iguales

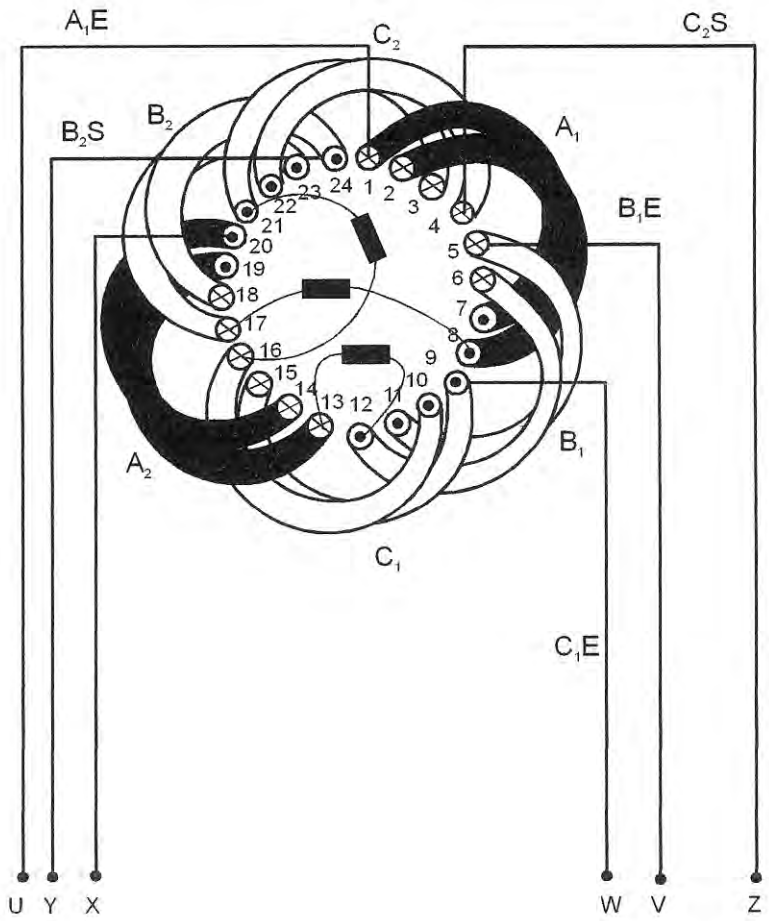
-24 Ranuras

- 2 Polos

- 6 Terminales

TAREA 3

CONEXION DE BOBINADO DE SIMPLE CAPA PARA SEIS TERMINALES



N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Conectar bobina de simple capa para seis terminales	Soldadura de estaño 50 / 50
02	Amarrar bobinas en lado de conexiones de motor trifásico	Spaguetti Pita, cañamo o cinta de algodón
03	Armar motor trifásico	Cable flexible
04	Probar motor trifásico en Y - Δ	Cautín eléctrico Juego de llaves Interruptir trifásico Ohmimetro Megohmetro Pinza amperimétrica Tacometro

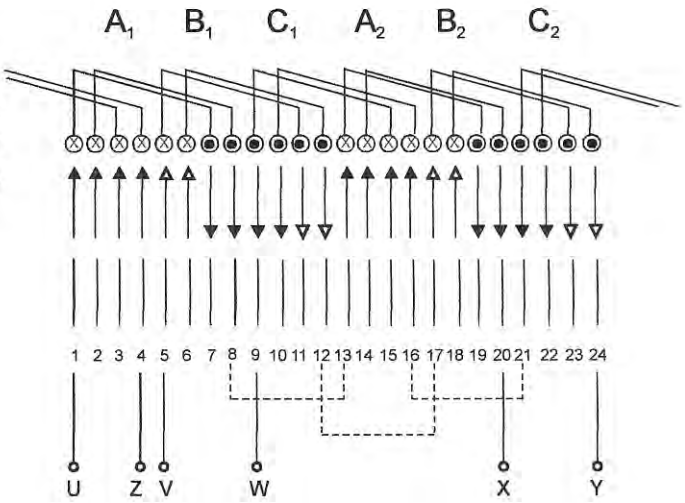
PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01			
SENATI		CONEXION DE BOBINADO DE SIMPLE CAPA PARA SEIS TERMINALES	HT 03	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

77

OPERACIÓN

CONECTAR BOBINA DE SIMPLE CAPA PARA 6 TERMINALES

IDENTIFICAR TERMINALES



- De acuerdo al esquema del bobinado obtenido anteriormente, proceda a comprobar la ubicación de los grupos de bobina e identifique sus terminales.

- Para el grupo A_1, marque con :

  A_1E al terminal de la ranura 1

  A_1S al terminal de ranura 8

- Para el grupo A_2, marque con :

  A_2E al terminal de la ranura 13

  A_2S al terminal de la ranura 20

-Para el grupo B_1 y B_2 marque :

  B_1E al terminal de la ranura 5

  B_1 S al terminal de la ranura 12

  B_2E al terminal de la ranura 17

  B_2S al terminal de la ranura 24

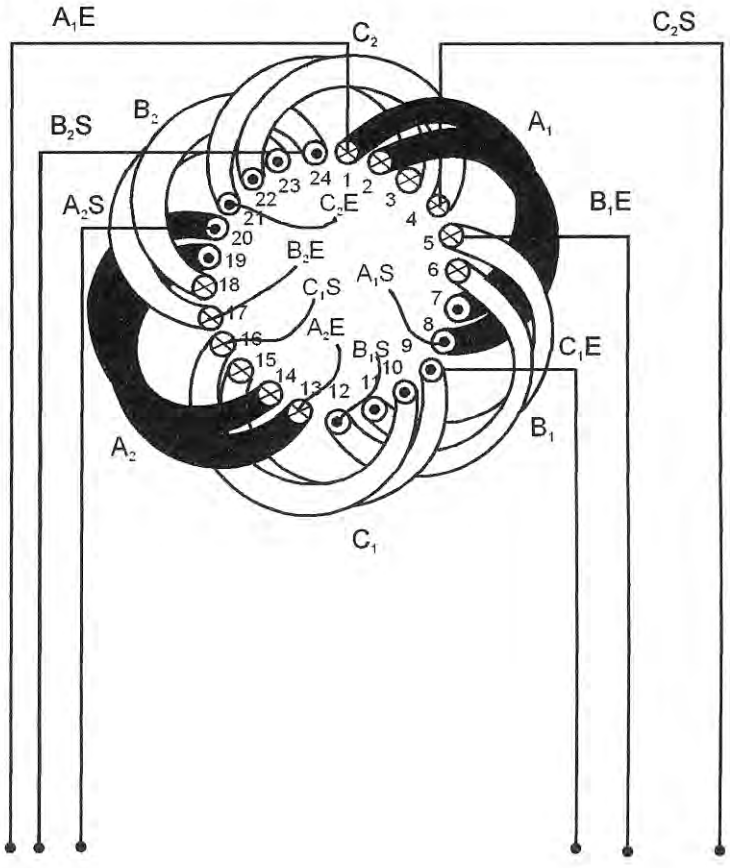
-Para el grupo C_1 y C_2 marque :

  C_1E al terminal de la ranura 9

  C_1S al terminal de la ranura 16

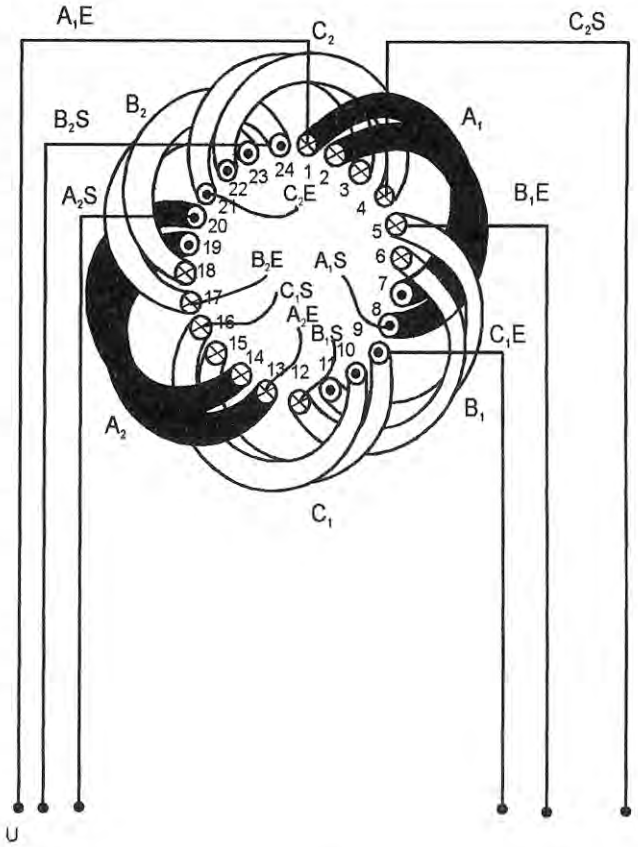
  C_2E al terminal de la ranura 21

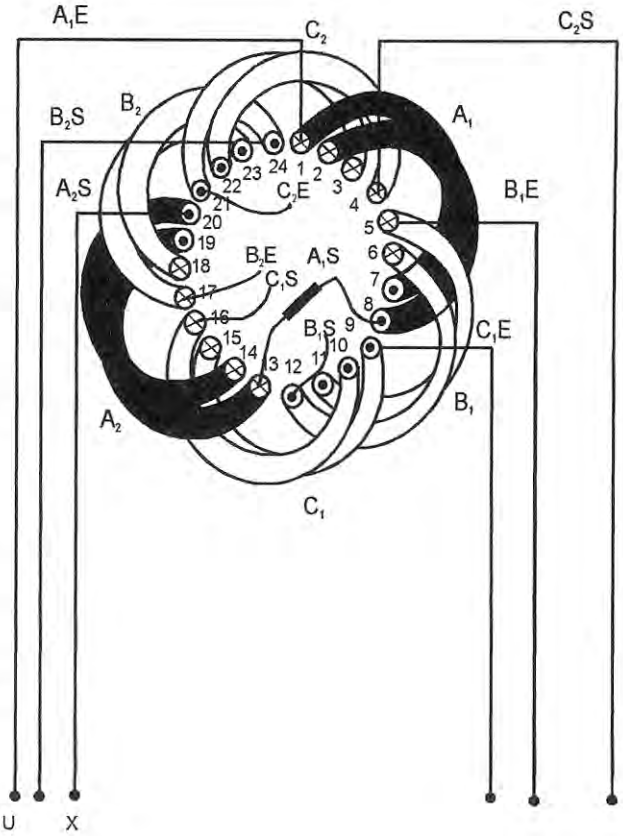
  C_2S al terminal de la ranura 4



CONECTAR GRUPOS DE LA FASE "A"

- Retirar el aislante del alambre esmaltado del terminal marcado con A_1E , con la ayuda de una herramienta adecuada .
- Proteja el terminal con un trozo de spagetti de diámetro adecuado
- Corte un trozo de cable flexible con una longitud que permita extender el terminal hasta la caja de bornes y una sección que soporte el paso de la corriente. (ver tablas)
- Retire unos tres centímetros de aislante en uno de los extremos del cable flexible, y y empalme al terminal A_1E
- Suelde el empalme y aíslelo con spaguetti de diámetro adecuado
- Marque el otro extremo del cable flexible con la letra "U".
- Retire el aislante del alambre esmaltado en los terminales A_1S , A_2E , A_2S
- Proteja cada uno de los terminales con un trozo de spaguetti
- Empalme los terminales A_1S con A_2E, suelde y aísle la unión con un trozo de spaguetti
- Corte un trozo de cable flexible y suelde un extremo al terminal A_2S , aísle con un trozo de spaguetti.
- Marque al otro extremo del cable flexible con la letra "X"





CONECTAR GRUPOS DE LA FASE "B"y "C"

- Retire el aislante del alambre esmaltado en los terminales marcados con B_1E, B_1S, B_2E, B_2S, C_1E, C_1S, C_2E, C_2S.

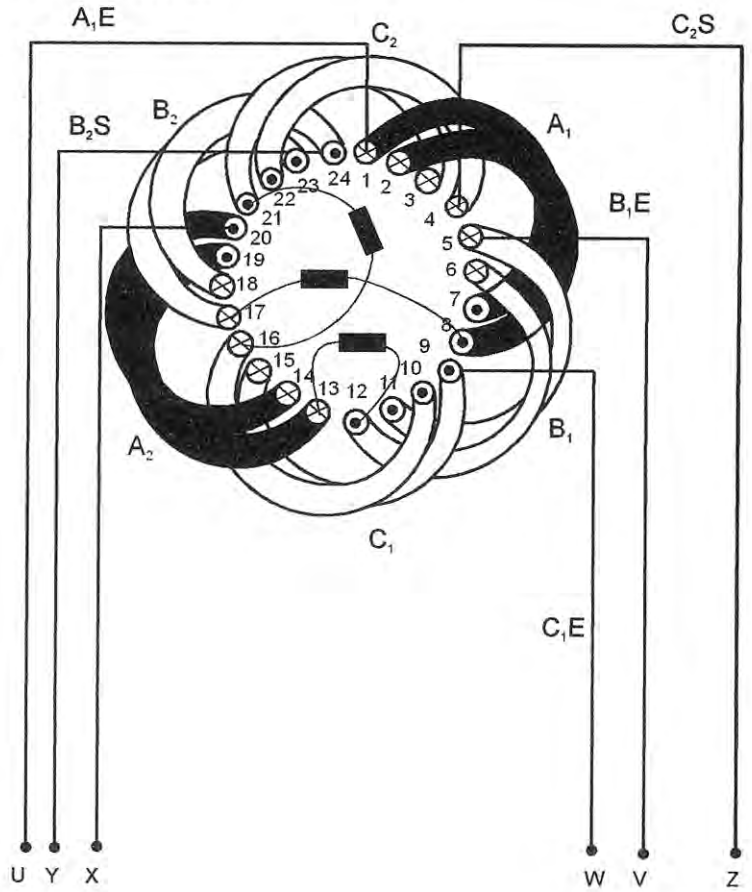
-Empalme los terminales marcados con: B_1 S y B_2E , suelde y aísle la unión con un trozo de spaguetti.

- Empalme los terminales marcados con: C_1S y C_2E , suelde y aísle la unión con un trozo de spaguetti.

- Suelde un trozo de cable flexible al terminal B_1E y aísle con spaguetti. Marque el otro extremo del cable con la letra "V".

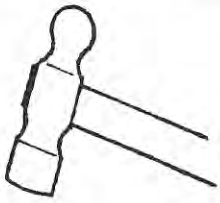
- Haga lo mismo que en el paso anterior para el terminal B_2S y marque el cable flexible con la letra "Y".

-Para el terminal C_1E conecte un cable flexible y maquelo con la letra "W" y el terminal C_2S un cable marcado con "Z"

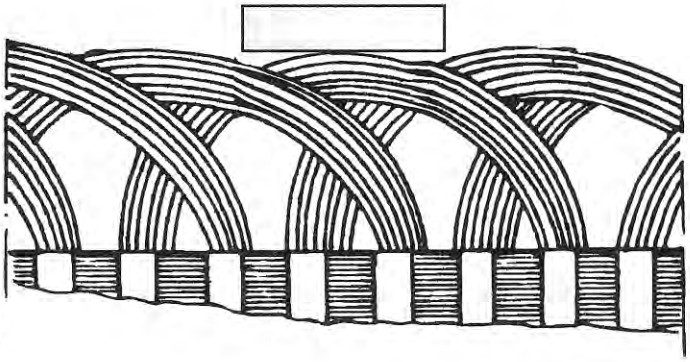


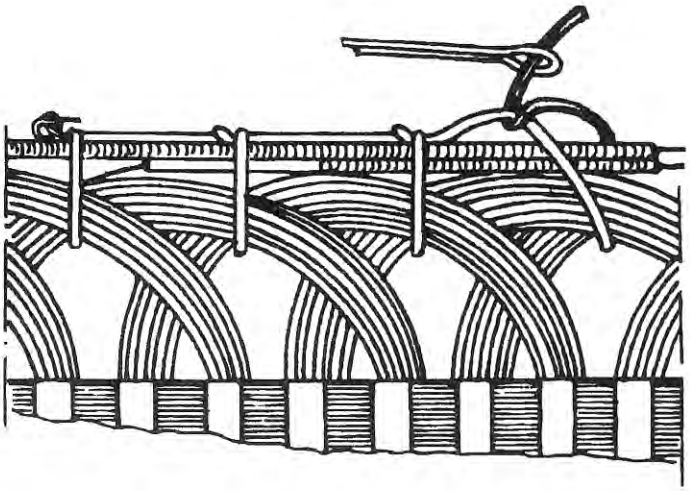
OPERACIÓN

AMARRAR BOBINA EN LADO OPUESTO A CONEXIONES DE MOTOR TRIFÁSICO



- Moldee las cabezas de bobinas hasta lograr la forma del bobinado original.
- Pasa dos vueltas de pita de cañamo por toda la periferie del bobinado.
- Haga coincidir los seis terminales en el punto de salida hacia la caja de bornes.
- Pase la pita de cañamo alrededor de las bobinas, dejando igual número de ranuras libres al amarre del lado posterior.
- Amarre un extremo de la pita de ajuste tirando del otro extremo, hasta completar el circulo. Culmine haciendo el amarre final.



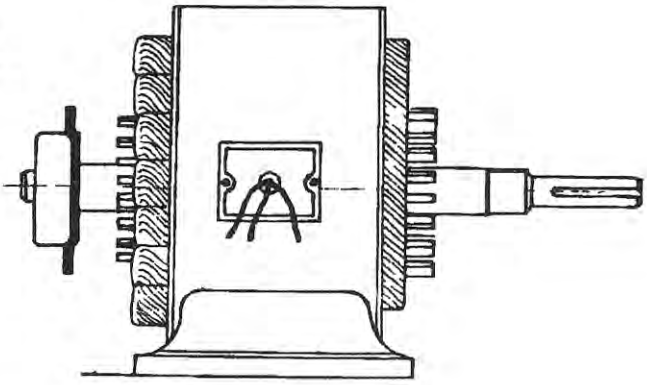


OPERACIÓN

ARMAR MOTOR TRIFÁSICO

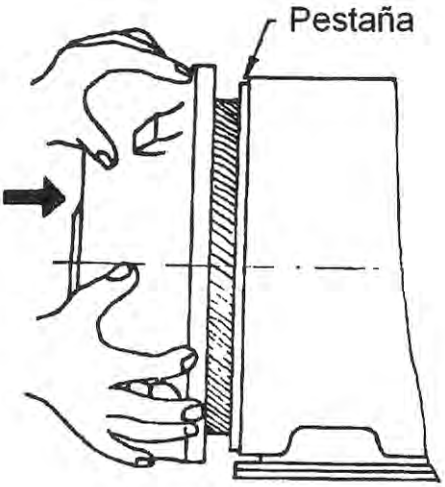
▶ Coloque el rotor dentro del estator.

- Prepare el rotor colocándolo frente a la carcasa con el extremo del eje largo hacia el lado que corresponde.
- Levante el rotor con ambas manos e introdúzcalo en la carcasa sin rozar el bobinado.



▶ Monte una de las tapas de la carcasa.

- Ubique la tapa y verifique las marcas en su borde.
- Verifique en la carcasa el lado marcado que corresponde a la tapa y desplace el motor hasta que el extremo del eje opuesto a esa tapa toque un apoyo firme.
- Monte la tapa golpeándola suavemente sobre diversos puntos del borde donde se aloja el rodamiento.

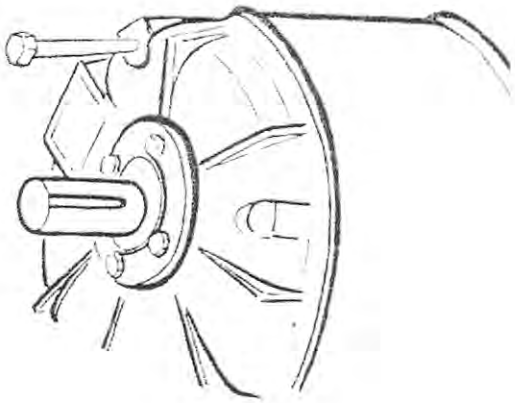


▶ Monte la otra tapa.

- Ubique la marca tanto en el estator como la tapa y haga coincidir.
- Golpee suavemente hasta que la tapa se haya introducido en la pestaña de la carcasa.
- Coloque los tornillos, atornillándolos diametralmente

COMPRUEBE GIRO DEL EJE

- Haga girar el eje del rotor con la mano, y observe, debe girar libre y sin ruidos



OPERACIÓN

PROBAR MOTOR TRIFÁSICO EN ⅄ - △

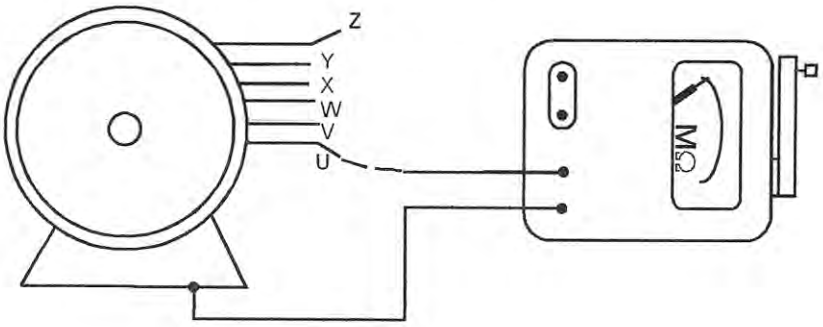
PRUEBE AISLAMIENTO

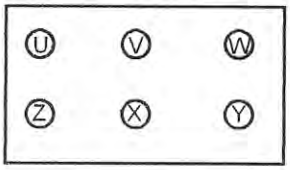
-Conecte el terminal del megóhmetro al borne a masa del motor, el otro terminal conectarlo a "U".

- Gire la manivela a una misma velocidad y tome la lectura sobre la escala.

- Haga lo mismo para los terminales "W" y "V"

- Mida el aislamiento entre los terminales "U" - "V" , "U" - "W" y "V" - "W" y registe la lectura.



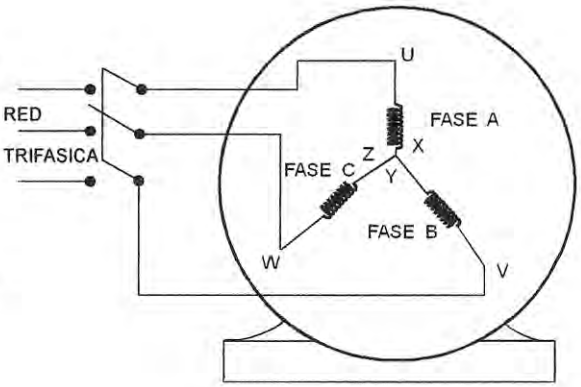


PROBAR EL MOTOR EN "人"

- Fije el motor en un lugar cerca a la toma de corriente trifásica.

-Una los terminales Z - X - Y haciendo puente con una lámina de cobre.

- Los terminales U, V, y W llevelo a los bornes del interruptor trifásico.



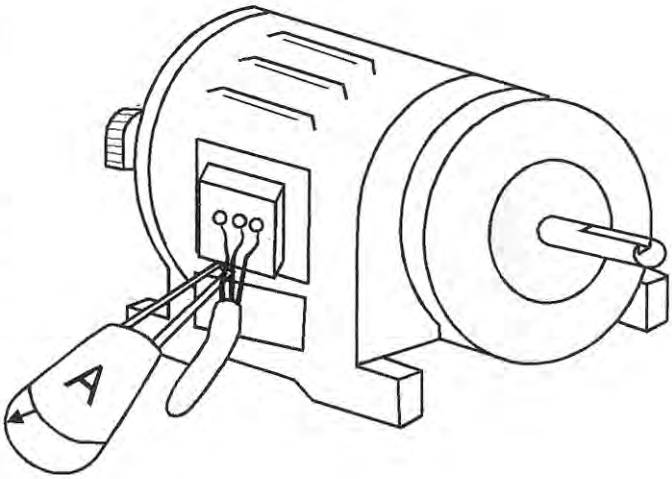
MEDIR INTENSIDAD Y R.P.M.

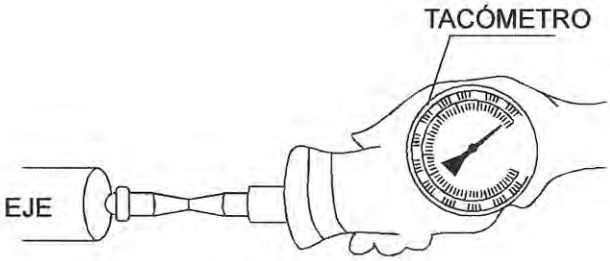
- Cierre el circuito accionando el interruptor trifásico y deje funcionar el motor por unos segundos, pare y vuelva a conectarlo.

-Con la pinza amperimétrica mida la intensidad de corriente en las tres líneas de alimentación en forma alternada (L_1, L_2 y L_3).

- Escuche y palpe el motor a fin de descubrir si hay exceso de ruido vibraciones, golpeo ; en caso afirmativo parar el motor de inmediato.

- Mida R.P.M. Con un tacómetro.





MEDICIÓN DE VELOCIDAD

NOTA:

Todos los valores de medición obtenidos registrelo en la hoja de protocolo. trifásica.

PRUEBE EL MOTOR EN "△"

- Conecte los terminales entre:

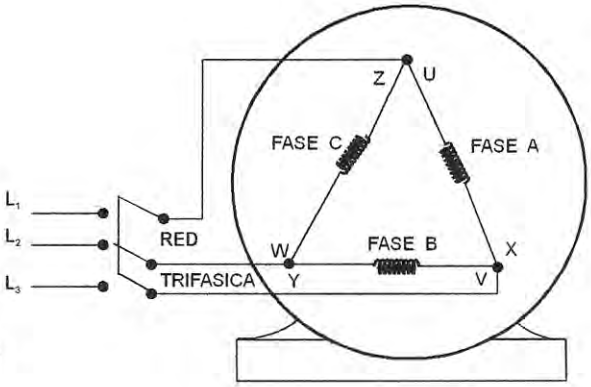
  "U" con "Z"

  "V" con "X"

  "W" con "Y"

-Los terminales U - V - W llevelo a los bornes del interruptor trifásico.

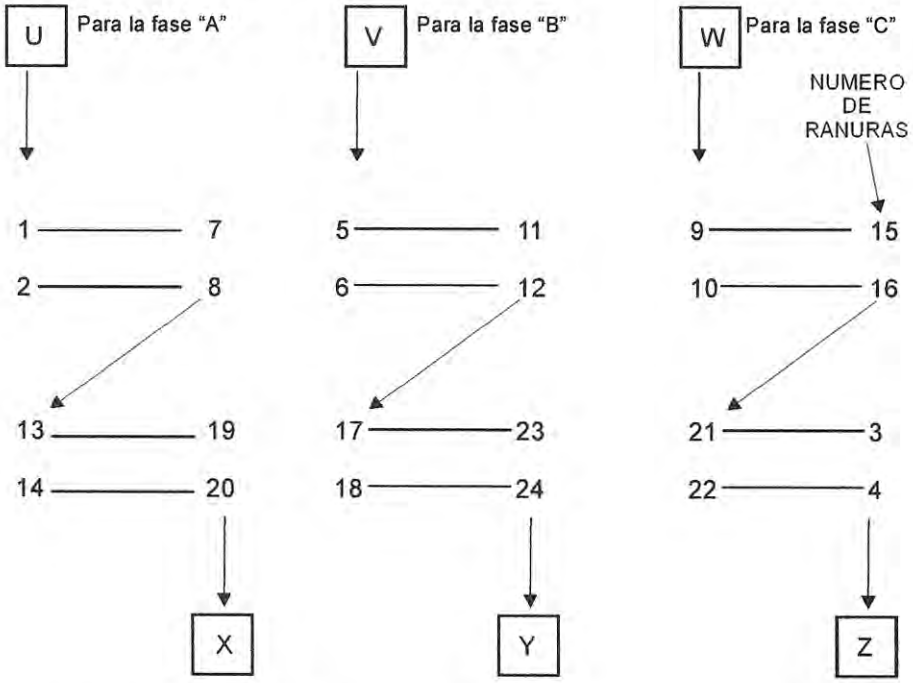
- Mida la Intensidad de arranque, vacío y R.P.M ; Registre la medición en la hoja de protocolo.



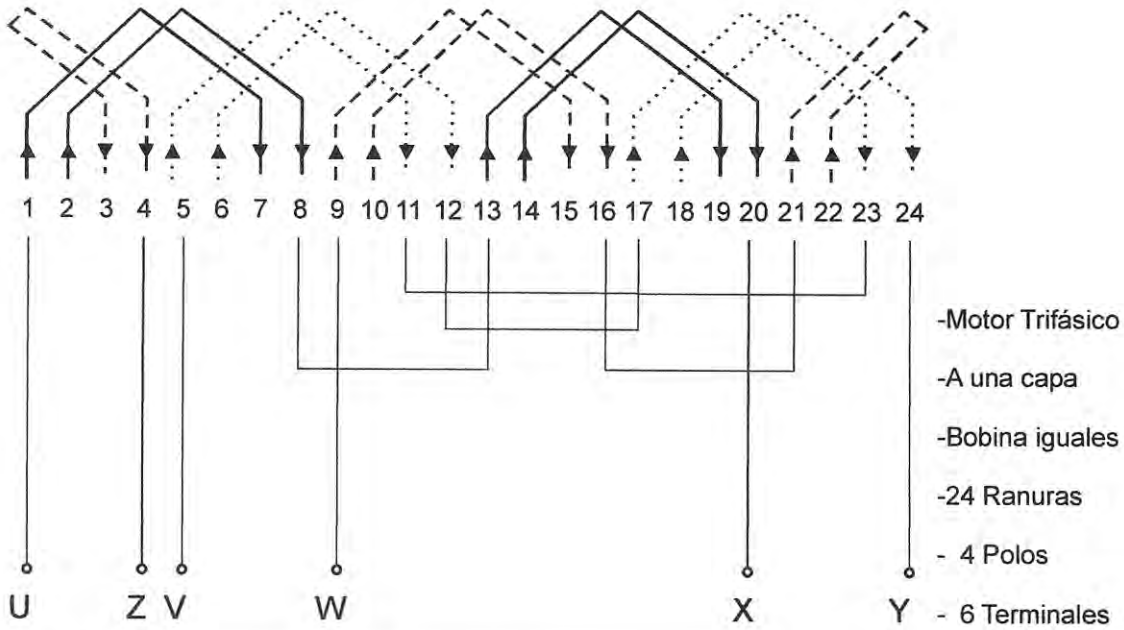
Conexión de bobinado de simple capa para motor de 6 terminales

- Procedimientos:

Se recomienda ejecutar el siguiente proceso de conexiones, al electricista rebobinador, no cometer errores con el fin de permitir y culminar con éxito esta operación.

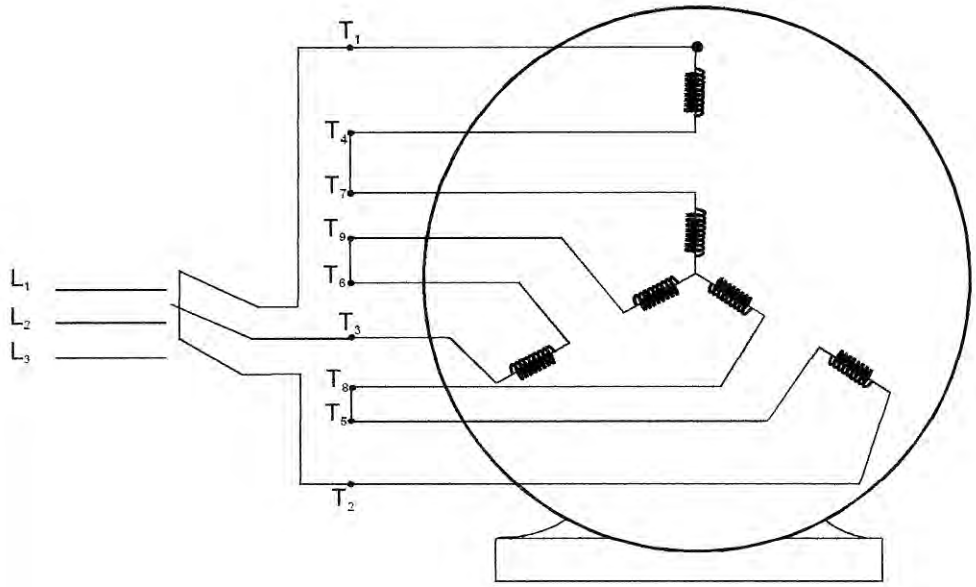


Esquema desarrollado de bobinado trifásico de simple capa para motor de 6 terminales



TAREA 4

CONEXION DE BOBINADO DE SIMPLE CAPA DE NUEVE TERMINALES



N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Desatar bobina en lado de conexiones de motor 3 ~	Alicate de corte Tijera de papel Cuchilla de electricista Martillo de goma Cautín eléctrico Juego de llaves tipo exagonal
02	Levantar terminales de motor 3 ~	
03	Conectar bobina de simple capa para nueve terminales	
04	Probar motor 3 ~ en Y-YY	

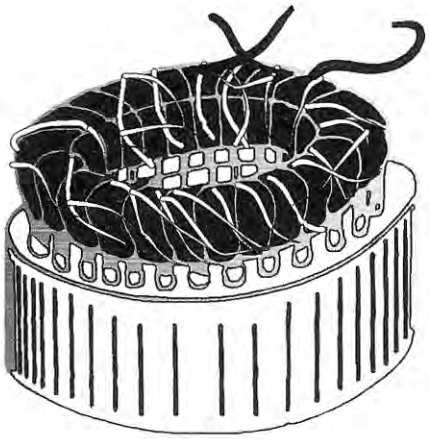
PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01			
SENATI		CONEXION DE BOBINADO DE SIMPLE CAPA DE NUEVE TERMINALES	HT 04	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

OPERACIÓN

DESATAR BOBINA EN LADO DE CONEXIONES DE MOTOR TRIFÁSICO

- Identificar el lado del bobinado por el cual salen los terminales hacia la caja de bornes: (U, V, W, X, Y, Z).

- Con ayuda de una navaja, corte cuidadosamente la pita nylon (cañamo) que sujetan las cabezas de bobina.



NOTA:

Cuide de no cortar o rayar el alambre del bobinado

- Retire toda la cinta de amarre.

OPERACIÓN

LEVANTAR TERMINALES DE MOTOR TRIFÁSICO

- Identificar los terminales:

  Fase A (U-X).

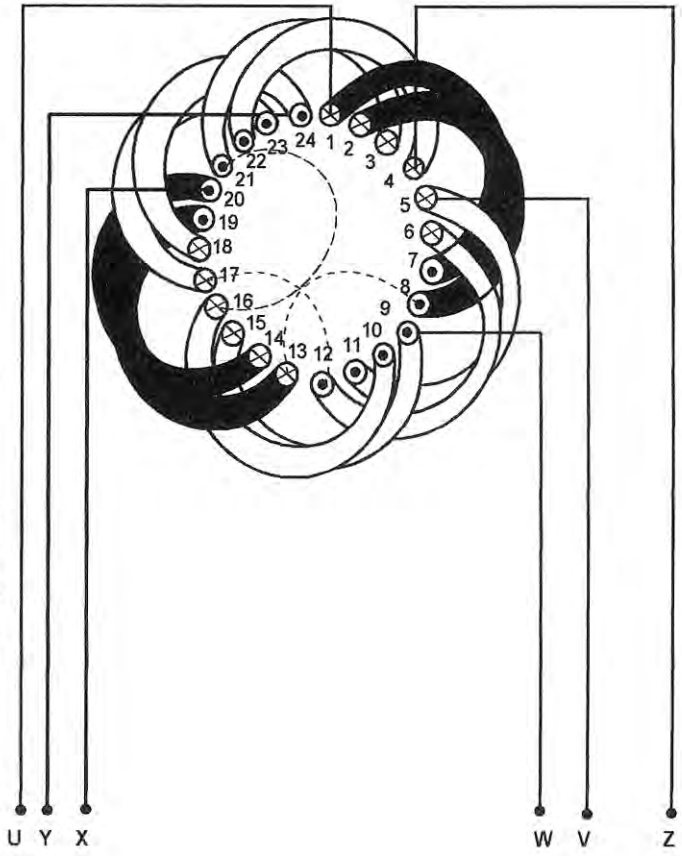
  Fase B (V-Y).

  Fase B (W-Z).

- Levante todos los empalmes existentes. (No olvide ninguna).

- Tome un punto de referencia el terminal "U" (ranura número 1); Siga su trayectoria hasta llegar al empalme ubicado entre los terminales de las ranuras 8 y 13.

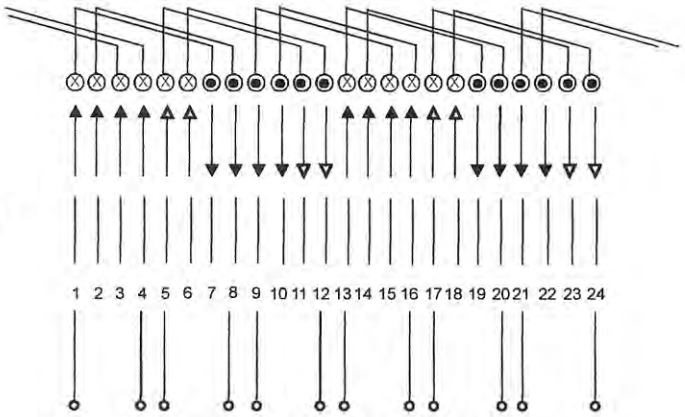
- Corte en la parte central del empalme y retire el aislante (spaguetti), así como la soldadura de estaño existente.



- Ahora tome el terminal "V" (ranura 5) siga su trayectoria hasta el empalme ubicado entre los terminales de la ranuras 12 y 17.

- Corte el empalme y límpielo.

- Haga lo mismo con el terminal "W" de la ranura 9



OPERACIÓN

CONECTAR BOBINA DE SIMPLE CAPA PARA 9 TERMINALES

CODIFICAR TERMINALES

- Codifique con "T_1" al terminal de la ranura numero 1, siga su trayectoria hasta el terminal de la ranura numero 8 y marquelo con "T_4".
- Al terminal de la ranura 5 marquelo con T_2, luego al terminal de la ranura 12 con T_5
- Continúe codificando con el siguiente orden:

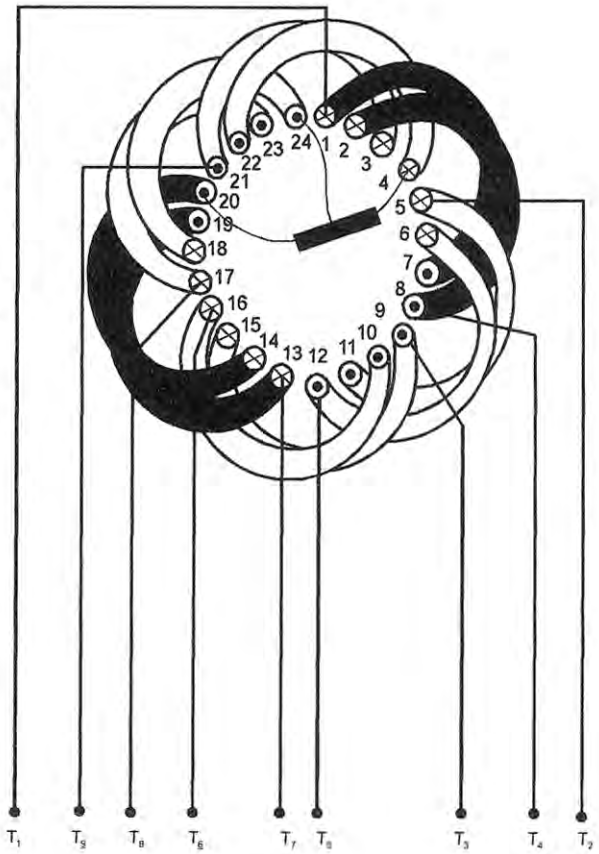
  Terminal de ranura 9 con T_3

  Terminal de ranura 16 con T_6

  Terminal de ranura 13con T_7

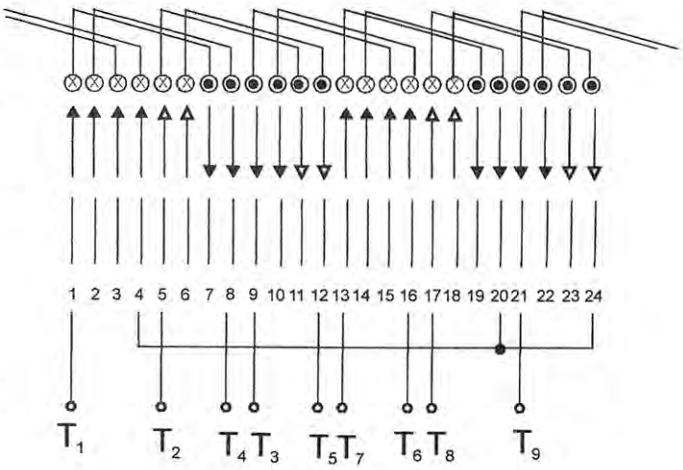
  Terminal de ranura 17con T_8

  Terminal de ranura 21 con T_9



CONECTE TERMINALES

- Conecte entre si los terminales de las ranuras números 20, 24 y 4 , suelde con estaño y aíslelo con spaguetti
- Suelde un trozo de cable flexible para cada uno de los terminales marcados desde el T_1 hasta el T_9; marque el otro extremo del cable flexible con los mismos códigos.



NOTA:

No olvide soldar y aislar con spaguetti todos los empalmes

OPERACIÓN

PROBAR MOTOR TRIFÁSICO EN Y - YY.

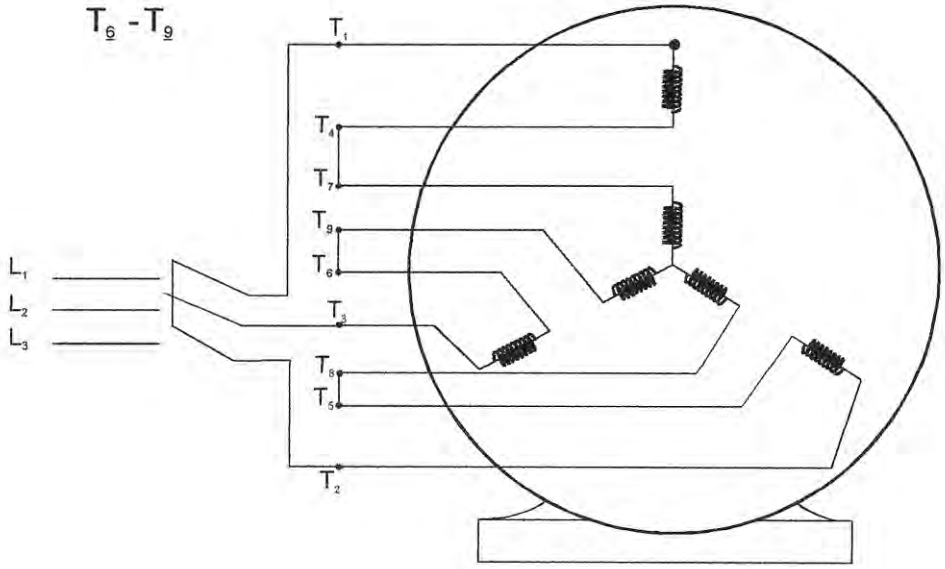
CONEXIÓN ESTRELLA "Y"

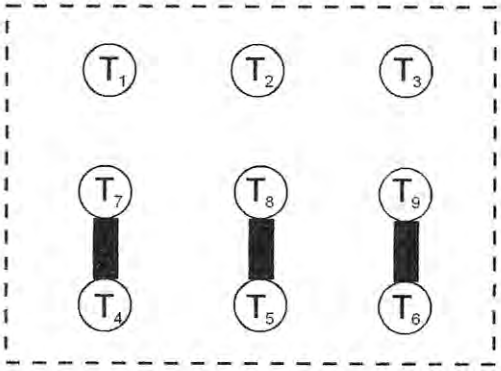
- Lleve el terminal T_1 a un borne del interruptor trifásico
- Lleve el T_2 a otro borne del interruptor trifásico
- Lleve el terminal T_3 al último borne del interruptor trifásico
- Una en la caja de bornes del motor, los terminales:

T_4 - T_7

T_5 - T_8

T_6 - T_9





CAJA DE BORNES

MEDIR INTENSIDAD Y R.P.M.

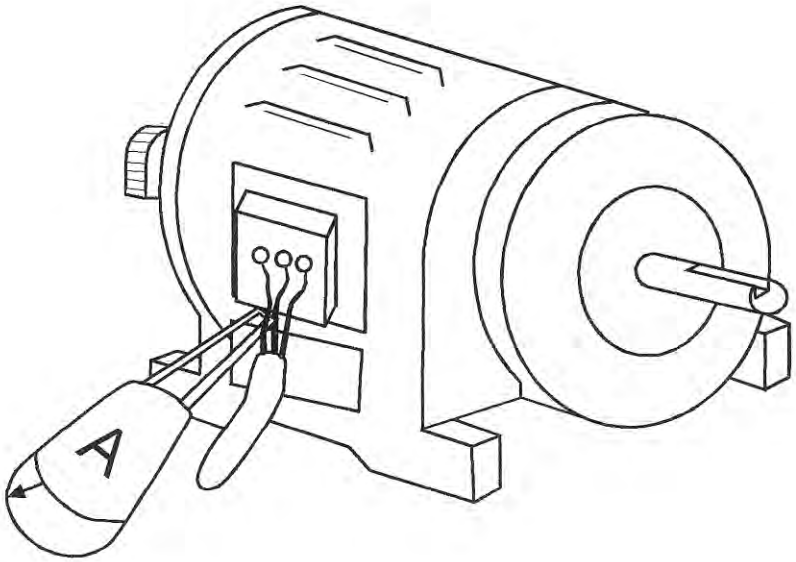
- Cierre el circuito accionando el interruptor trifásico por unos segundos, desconecte y vuelva a conectar.

- Mida la intensidad de arranque y en vacío con una pinza amperimétrica.

- Mida RPM con un tacómetro

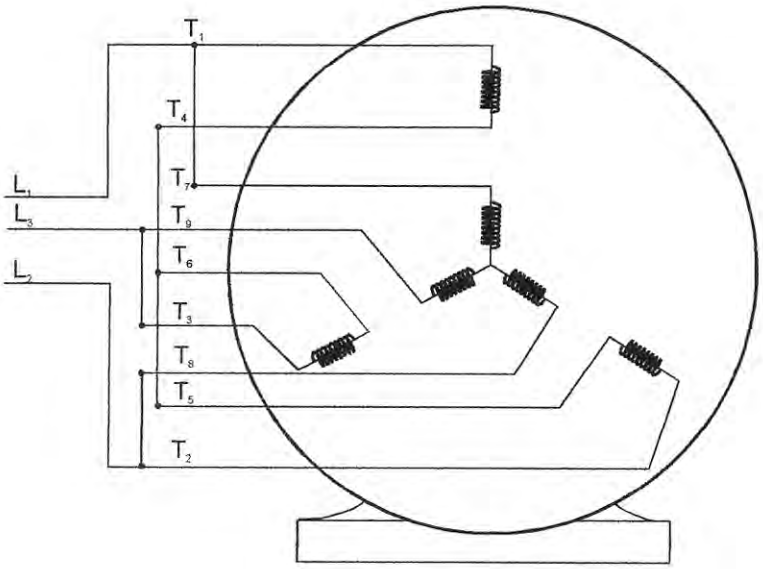
NOTA:

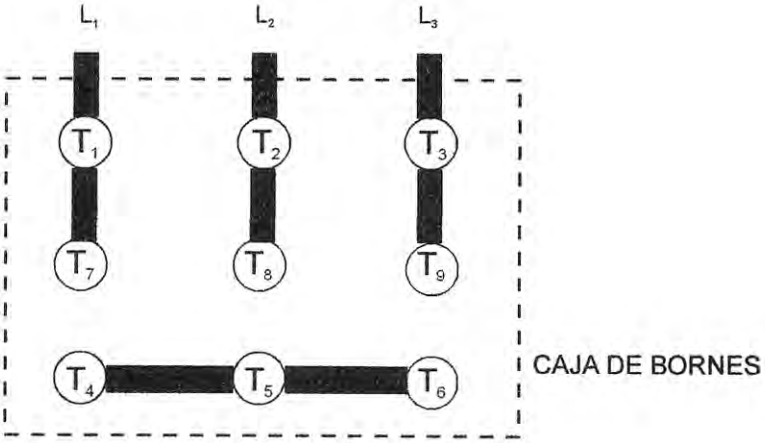
Registre todas las mediciones.



CONEXIÓN EN DOBLE ESTRELLA "YY"

- Unir los I terminales T_1 y T_2 y llevar a un borne del interruptor trifásico
- Unir los I terminales T_2 y T_8 y llevar otro borne del interruptor trifásico
- Unir los I terminales T_3 y T_9 y conectar al último borne del interruptor trifásico
- Unir entre si los terminales T_4, T_5, y T_6. (estos formarán la otra estrella)
- Mida intensidad y RPM ; No olvidar de registrar las mediciones.

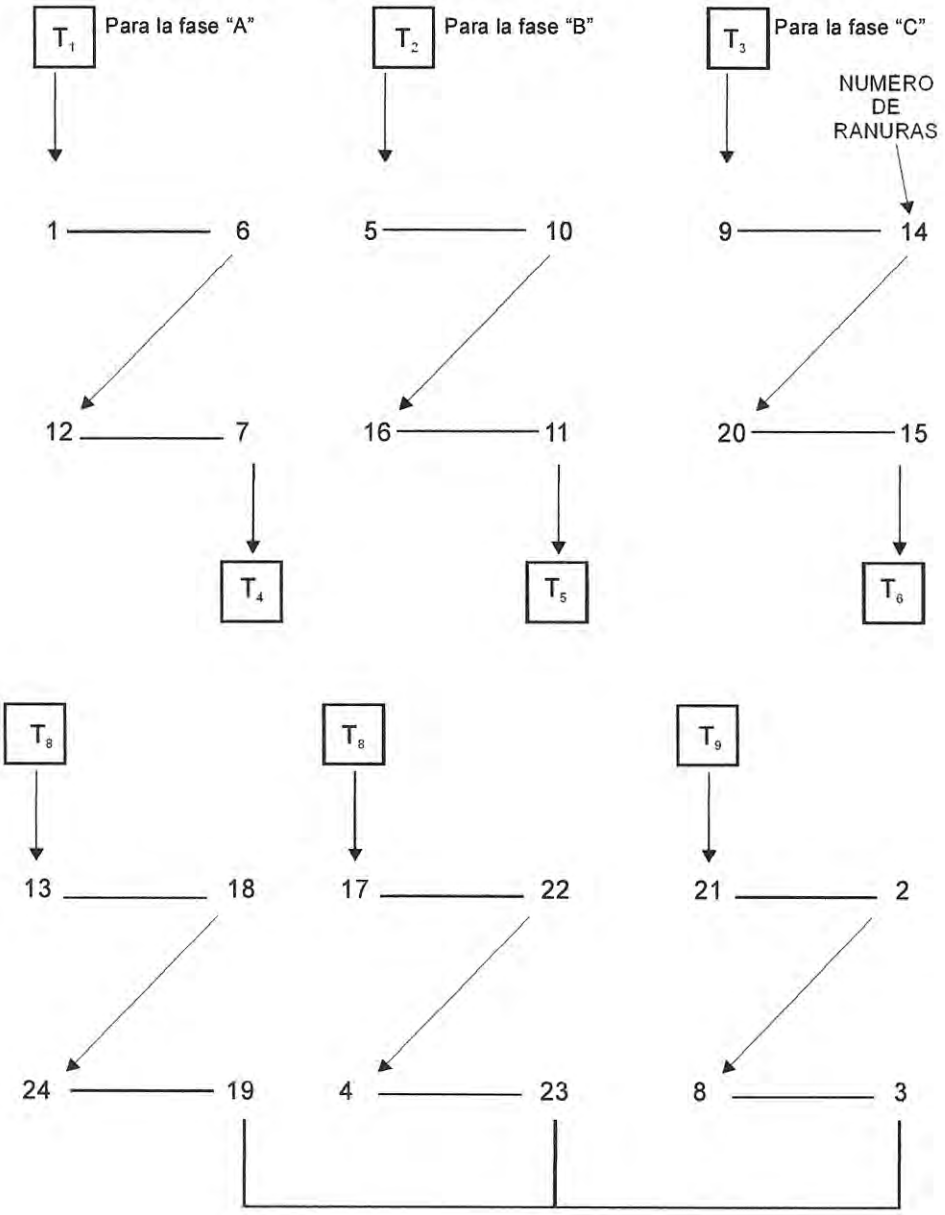




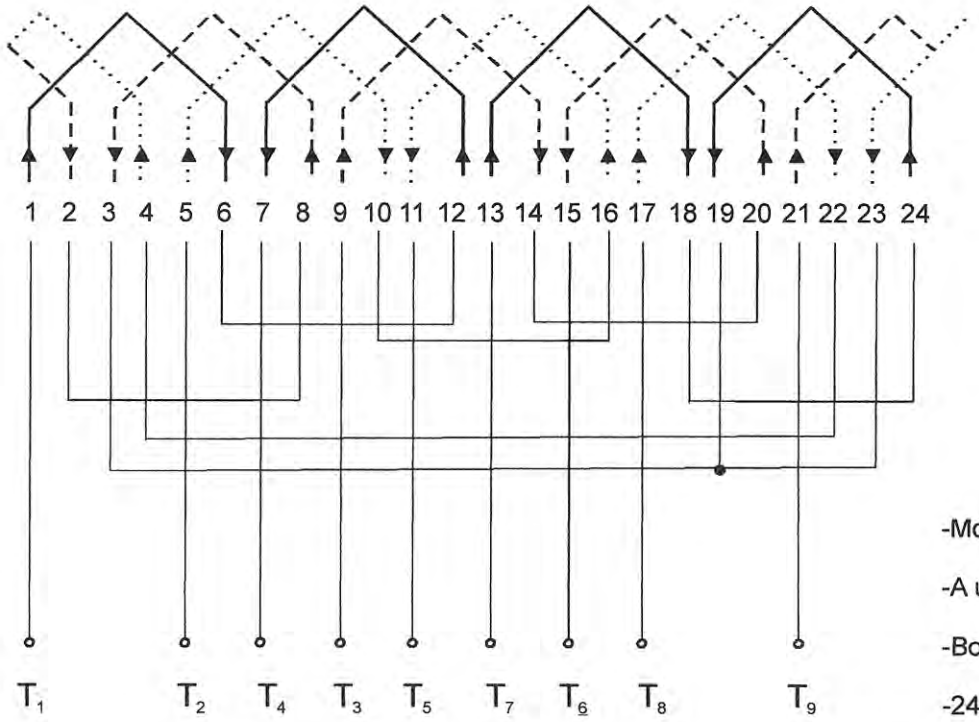
Conexión de bobinado de simple capa para motor de 9 terminales en Y - YY

-Procedimiento

Se recomienda seguir el siguiente procedimiento.



▶ Esquema desarrollado de bobinado trifásico de simple capa para motor de 9 terminales en Y - YY



-Motor Trifásico

-A una capa

-Bobina iguales

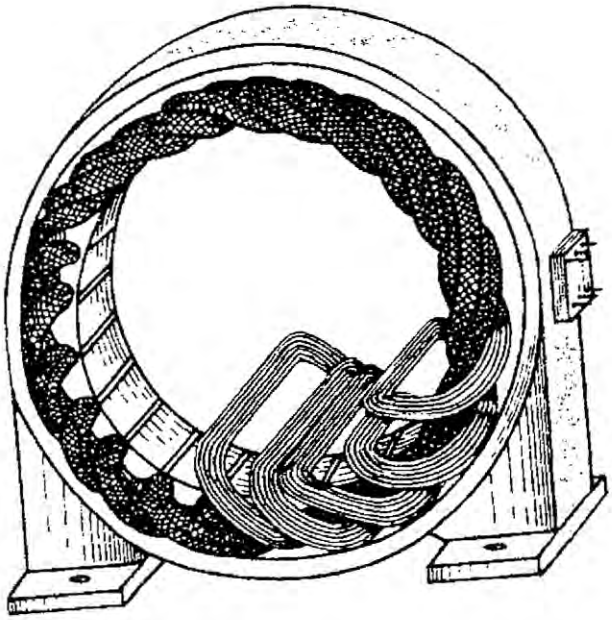
-24 Ranuras

- 4 Polos

- 6 Terminales

TAREA 5

COLOCACION DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE CAPA



N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Preparar molde para bobinado de doble capa	Taco de madera de 1/4"
02	Hacer grupo de bobina de doble capa	Alambre esmaltado
03	Colocar grupo de bobina de doble capa	Papel aislante de 1.5 mm y 0.3 mm
		Máquina bobinadora
		Tijera para papel
		Martillo de goma

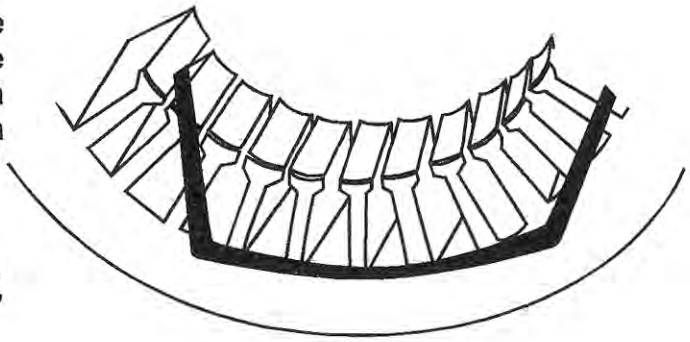
01	01			
PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
SENATI		COLOCACION DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE CAPA	HT 05	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

OPERACIÓN

PREPARAR MOLDE PARA BOBINA DE DOBLE CAPA

En un bobinado para doble capa el número total de bobinas es igual al número de ranuras del núcleo estatotico

- Determine el tamaño del molde, coloque una vuelta de alambre entre dos ranuras correspondiente al paso de bobina, curve los dos extremos de la espira de manera que adopte la forma del estator.

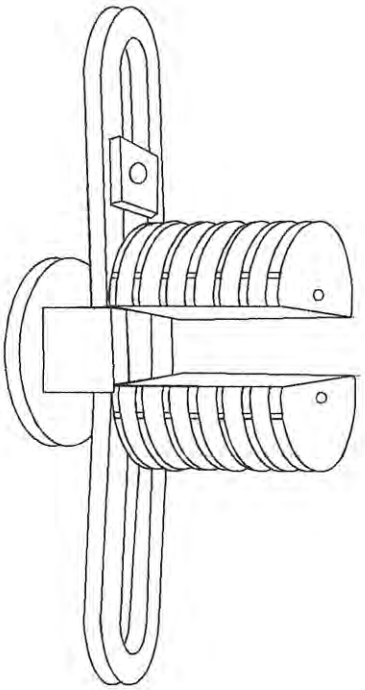


- De acuerdo a las medidas de la espira, construya el molde con madera de 1/4" y redondee los extremos.

- prepare orificios de diámetro igual a los pernos de sujeción de la maquina bobinadora.

- Coloque el molde en la máquina bobinadora.

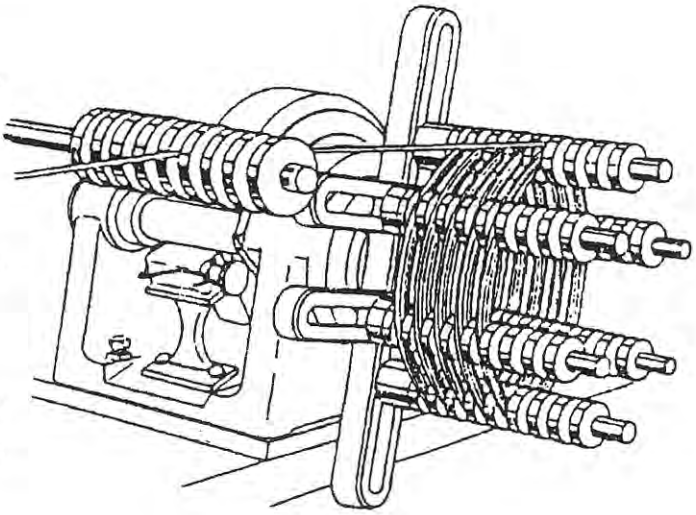
- Haga una bobina de prueba con pocas espiras y pruebe en el estator su tamaño.



OPERACIÓN

HACER GRUPO DE BOBINA DE DOBLE CAPA

- Ponga el cuenta vueltas a cero.
- Seleccione el calibre según los datos obtenidos del bobinado original.
- Asegure el alambre en la máquina y empiece el arrollamiento, hasta alcanzar el número de vueltas especificado
- Haga lo mismo con las bobinas restantes, hasta completar el grupo de bobina.
- Retire el grupo de bobina del molde aflojando uno de los extremos.
- Proceda a confeccionar los grupos de bobinas restantes siguiendo los pasos anteriores.



NOTA:

Recuerde que el número de bobinas totales para un bobinado a doble capa es igual al número de ranuras del estator.

OPERACIÓN

COLOCAR GRUPO DE BOBINA DE DOBLE CAPA

▶ COLOCAR PRIMER GRUPO:

-Identifique el lado del estator por el cual saldrán los terminales del bobinado.

-Lleve al interior del estator la primera bobina del grupo.

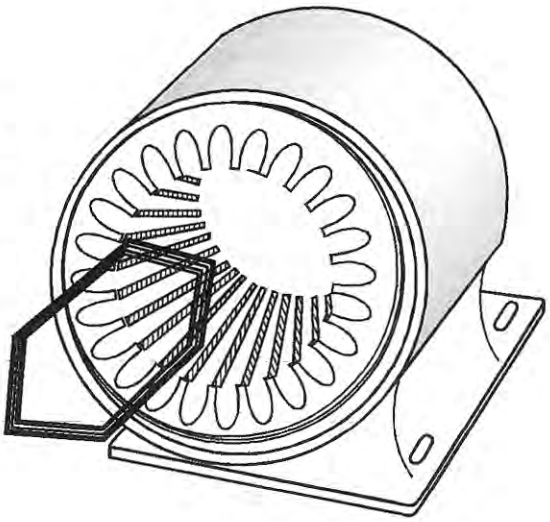
-Introduzca el lado derecho de la bobina entre las ranuras correspondiente al paso de bobina.
(El terminal de entrada quedara al lado izquierdo)

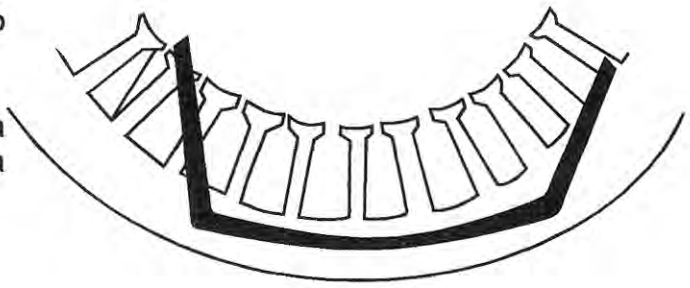
-Corte un trozo del aislante de 0.15 mm y coloquelo en la ranura.

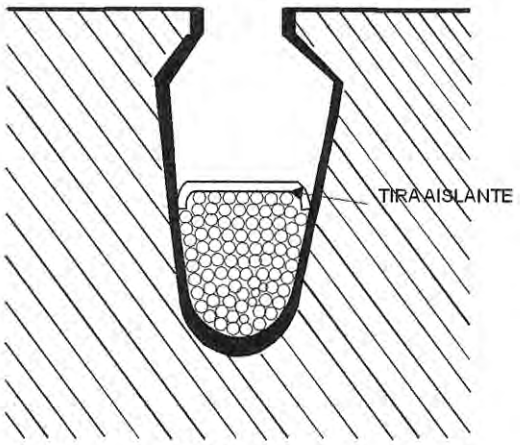
-Ubique la segunda bobina y llevelo al interior del estator respetando el mismo sentido de arrollamiento.

-Introduzca el lado derecho de la bobina en la ranura exterior adyacente a la primera bobina.

-Coloque la tira aislante.





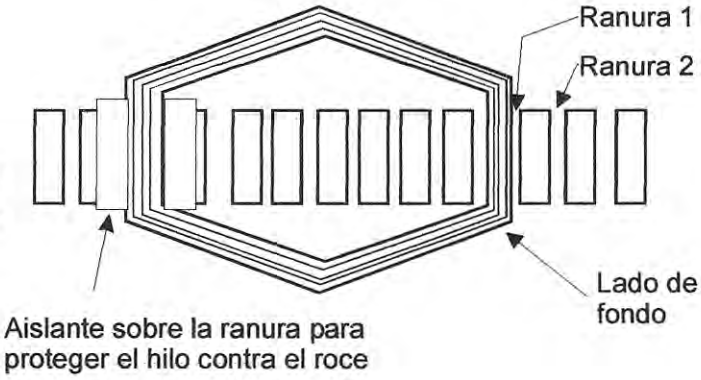


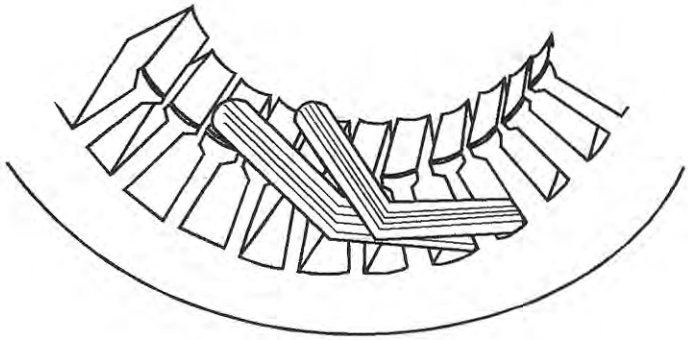
-Identifique la tercera bobina y proceda a introducir el lado derecho de la bobina en la ranura exterior adyacente a la segunda.

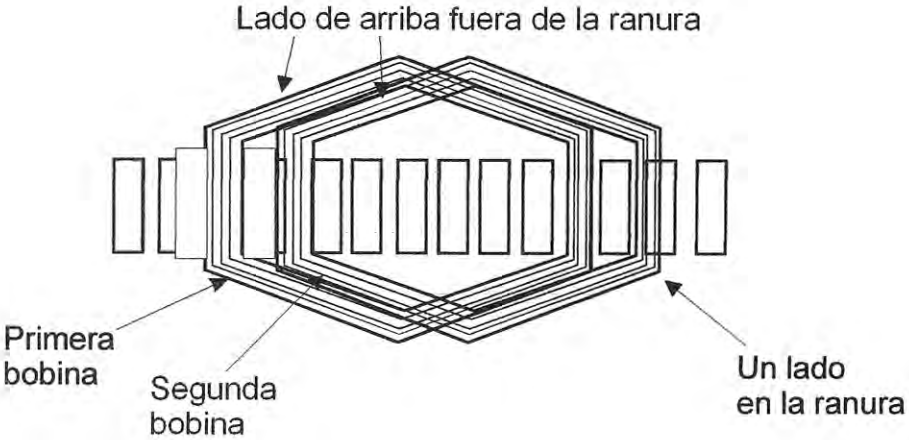
-Aloje las bobinas restantes del grupo, siguiendo la secuencia anterior.

NOTA:

No olvide de colocar el aislante de 1.5 mm en cada lado de bobina que se introduce







SEGUNDA BOBINA EN SU SITIO

COLOCAR SEGUNDO GRUPO

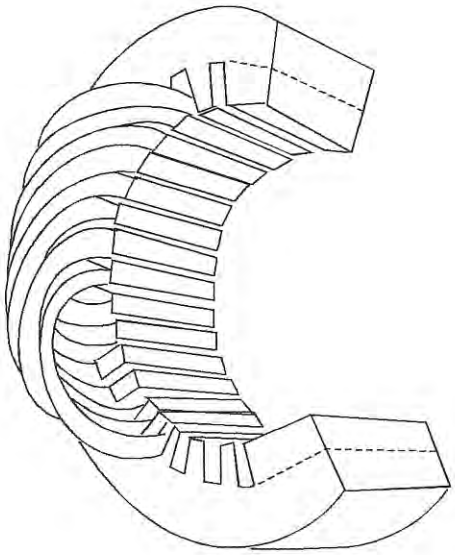
-Prepare el segundo grupo de bobina, ordenando las bobinas y el sentido de arrollamiento en cada una de ellas.

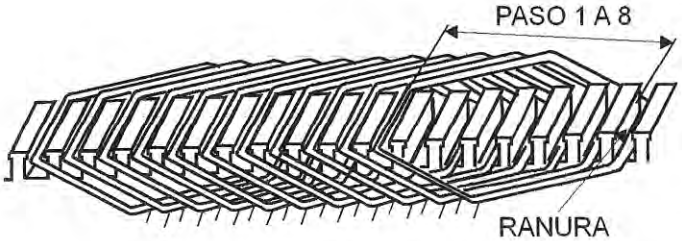
-Lleve al interior del estator la primera bobina, con el terminal hacia el lado izquierdo.

-Introduzca el lado derecho de la bobina entre las ranura exterior adyacente a la ultima bobina del primer grupo.

-Coloque la tira aislante.

-Siga con la segunda bobina manteniendo el mismo sentido de arrollamiento y colocando el lado derecho a la ranura siguiente



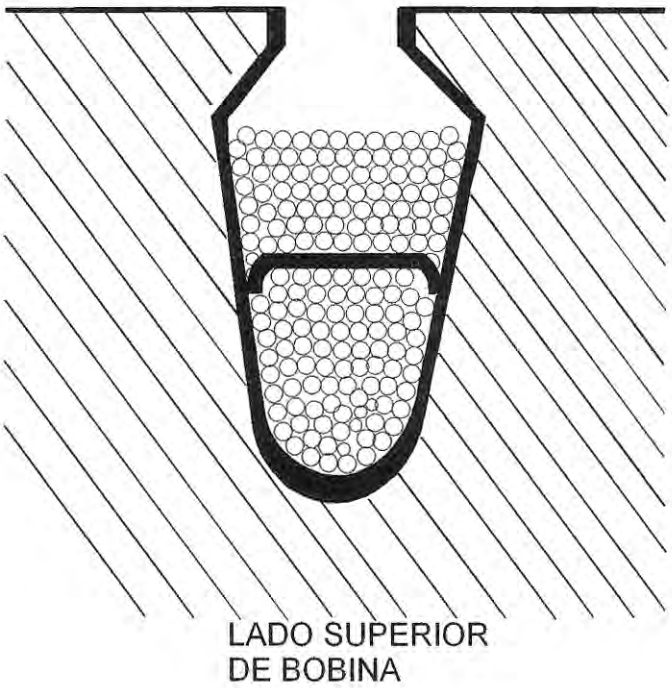


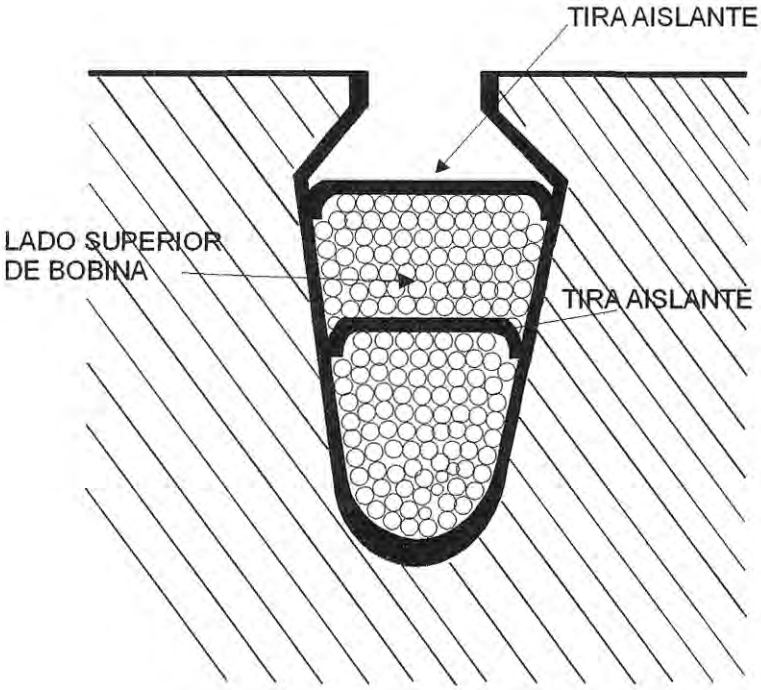
-Coloque la tira aislante.

-Aloje las bobinas restantes del grupo, siguiendo la secuencia anterior.

-Cuando el numero de lados de bobina alojados es igual al paso de la bobina, se procederá a introducir ambos lados de las próximas bobinas.

-Coloque una tira de aislante de 0.3 mm al finalizar la colocación del otro lado de la bobina (doble capa)



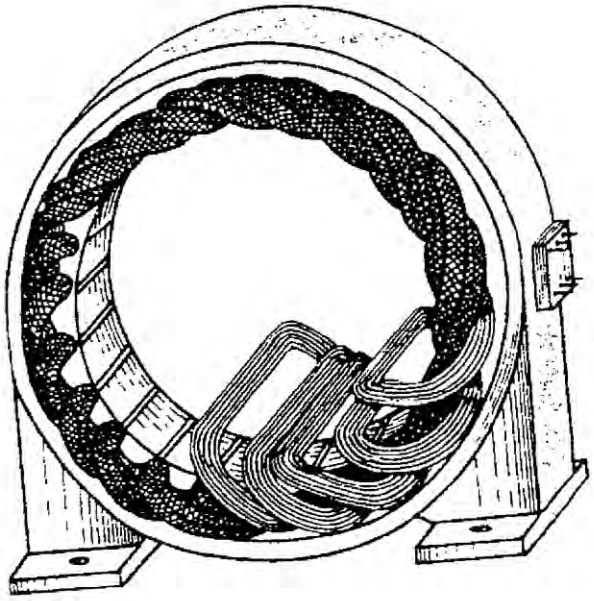


CERRAR BOBINADO

-Al finalizar la colocación del último grupo de bobina, proceda a desatar la pita que sostiene el lado izquierdo de las primeras bobinas

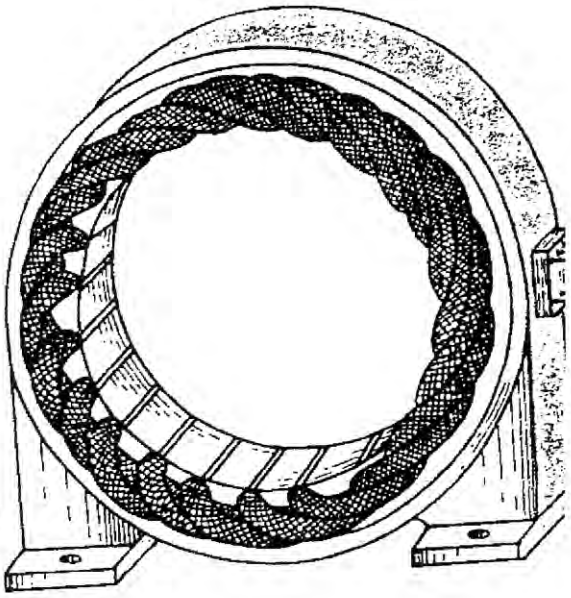
-Introduzca el lado izquierdo de la primera bobina en la ranura continua.

-Coloque los lados de bobina restantes, hasta cerrar el bobinado.



NOTA:

Observe que en cada ranura hay dos lados de bobina y están separadas por un aislante



BOBINA CERRADO

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL BOBINADO DE MOTORES ELÉCTRICOS PARA DETERMINAR SUS CONDICIONES REALES DE FUNCIONAMIENTO

Todo motor eléctrico en condición de bobinado quemado además de la inspección para determinar las causas del desperfecto, deberán sus características ser analizadas para establecer claramente si estas no han sido alteradas, cambiando así sus condiciones de funcionamiento.

El análisis de las características del bobinado nos permite determinar valores de referencia para compararlos con los diferentes parámetros recomendados y establecer con criterio técnico si estas son correctas.
Este análisis es recomendado cada vez que se determine en forma clara que el bobinado existente del motor no es el original, ya que más de las veces estas características originales son alteradas cuando este es rebobinado.
El siguiente ejemplo nos permitirá conocer el proceso de cálculo para determinar las características del bobinado de los motores y generadores.

Ejemplo de Aplicación 1

Potencia : 40 HP
Voltaje : 220 V ΔΔ / 440 V Δ
Amperios : 108 A / 54 A
R.P.M : 1750
Frecuencia : 60 Hz

1. CARACTERÍSTICAS DEL BOBINADO

- Número de ranuras : 48 ranuras
- Número de polos : 4 polos alternados
- Forma del bobinado : distribuido, tipo imbricado a bobinas concéntricas
- Número de capas : 2 capas
- Número de bobinas : 48 bobinas
- Número de grupos : 12 grupos
- Número de bobinas / grupo : 1 bobina por grupo
- Pasos de bobina : 8 - 10 - 12 - 14
- Número de espiras / bobina : 13 espiras de dos hebras en paralelo
  1 de alambre Nº 15
  1 de alambre Nº 16
- Forma de bobinas : ovalados

- Número de terminales : 12 terminales

2. OBTENCIÓN DE DATOS PARA EL TRAZO DEL DIAGRAMA LINEAL DEL BOBINADO

▸Características básicas

- Bobinado distribuido, tipo imbricado a doble capa
- Número de ranuras : 48
- Número de polos : 4 polos alternados

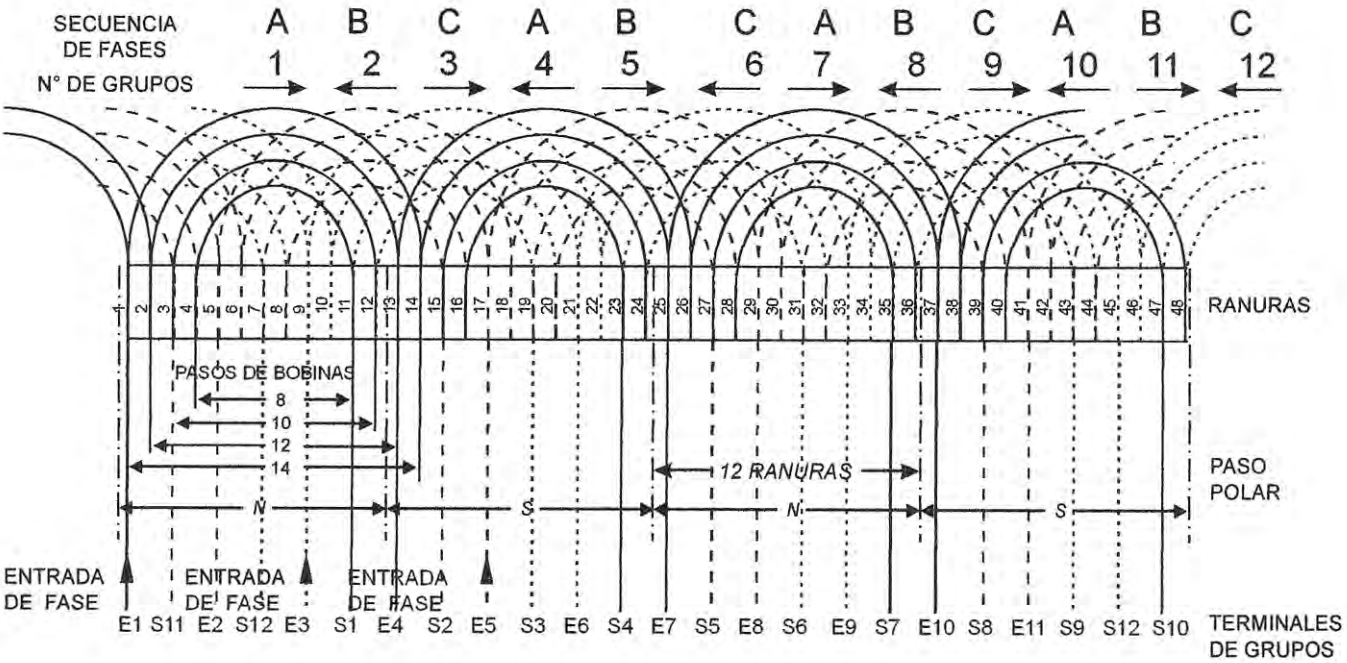
▸Secuencia de Datos

- Número de ranuras / polo - fase : $\frac{\text{Nº Ranuras}}{\text{Nºpolos x Nºfases}} = \frac{48}{4 \times 3} = 4$

Siendo el resultado del Nº R /p - f, un número entero nos indica que el bobinado se distribuirá ocupando el total de ranuras.

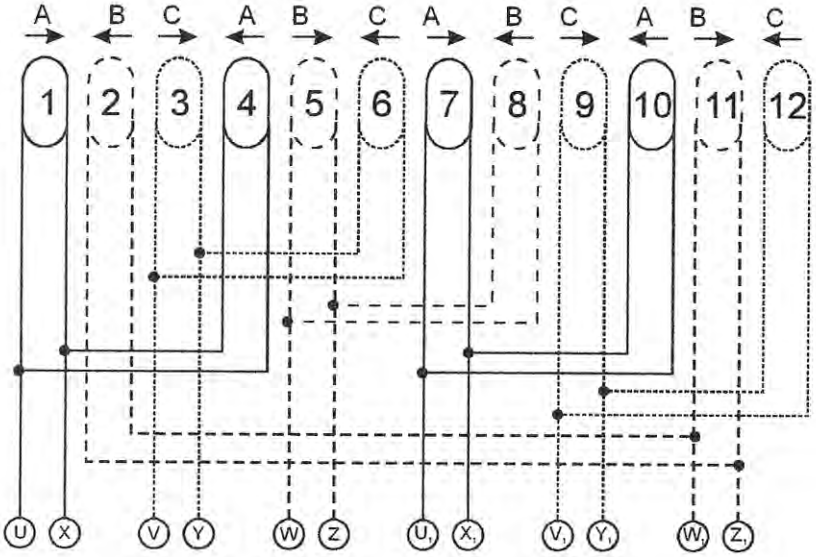
- Paso polar (Pp) = $\frac{\text{NºRanuras}}{\text{Nºpolos}} = \frac{48}{4} =$ 12 ranuras ó 12 dientes
- Paso de Bobinas (Pb)= $\frac{5}{6} =$ del paso polar + 1 = 11 ó 1 a 11
- Paso de bobina promedio = $\frac{8 + 10 + 12 + 14}{4} = \frac{44}{4} = 11$ ó 1 a 11
- Número de bobinas = Nº Ranuras = 48 bobinas (bob. a doble capa)
- Número de Grupo de bobinas = Nº fases x Nº polos = 3 x 4 = 12 Grupos
- Número Bobinas / grupo = $\frac{\text{NºBobinas}}{\text{Nºgrupos}} = \frac{48}{12} = 4$ bob/grupo
- Número Grupo/fase = $\frac{\text{NºGrupos}}{\text{Nºfases}} \times \frac{12}{3} = 4$ grupos/fase
- Paso de fase : Pf = $\frac{2 \times \text{NºRanuras}}{\text{Nºpolos x Nºfases}} = \frac{2 \times 48}{4 \times 3} = 8$ ó cada 8 ranuras

Diagrama del desarrollo lineal del bobinado



3. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE CONEXION DE GRUPOS

NUMERO DE TERMINALES DE SALIDA:12 TERMINALES
CONEXION: 220 V ΔΔ / 440 V Δ

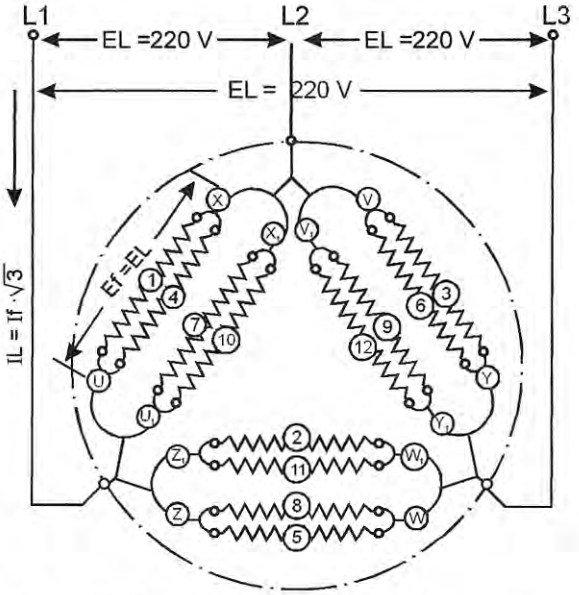


CLAVE DE CONEXIONES

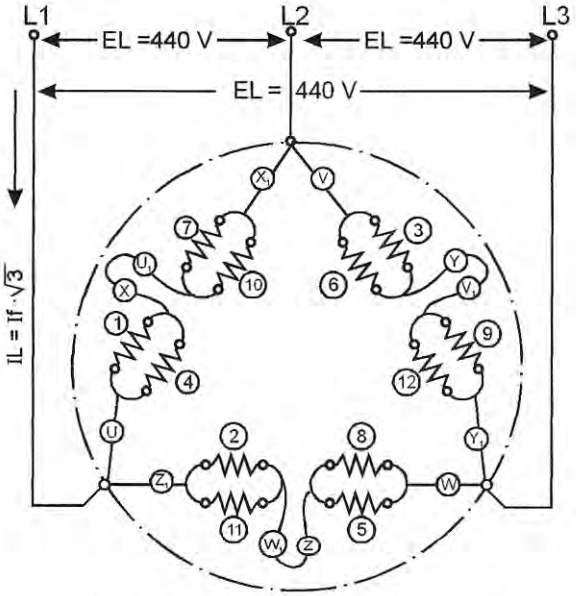
- U → E1 — S4
- V → E3 — S6
- W → E5 — S8
- X → S1 — E4
- Y → S3 — E6
- Z → S5 — E8
- U, → E7 — S10
- V, → E9 — S12
- W, → E11 — S2
- X, → S7 — E10
- Y, → S9 — E12
- Z, → S11 — E2

DIAGRAMA VECTORIAL

CONEXIÓN CUADRUPLE TRIANGULO



CONEXIÓN DOBLE TRIANGULO



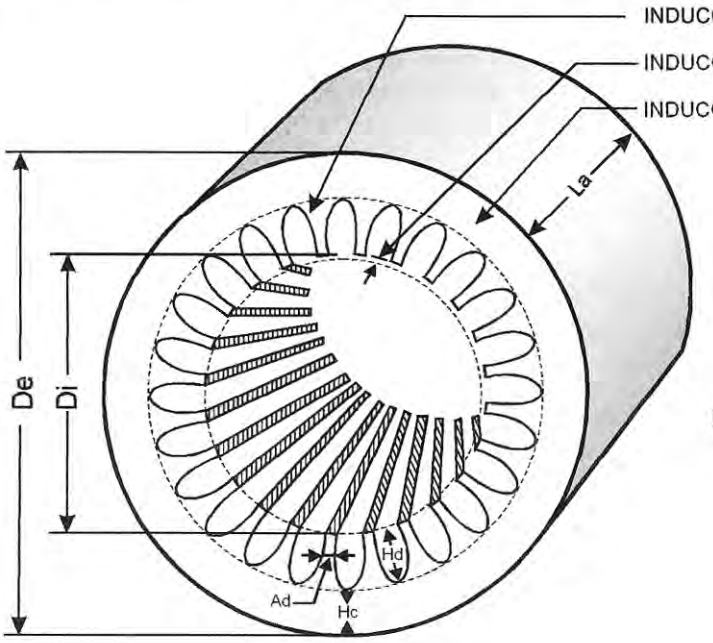
CLAVE CONEXIONES 220 V ΔΔΔΔ

L1 → U — U_1 — Z — Z_1
L2 → V — V_1 — X — X_1
L3 → W — W_1 — Y — Y_1

CLAVE CONEXIONES 440 V ΔΔ

L1 → U — Z_1 X — U_1
L2 → V — X_1 Y — V_1
L3 → W — Y_1 Z — W_1

4. CARACTERÍSTICAS DEL ESTATOR



$$\text{NUMERO DE POLOS} = \frac{0{,}25\ Di \times 2}{HC}$$

$$\text{NUMERO DE POLOS} = \frac{120 \times f}{RPM}$$

DIMENSIONES DEL PUNZONADO DE RANURA

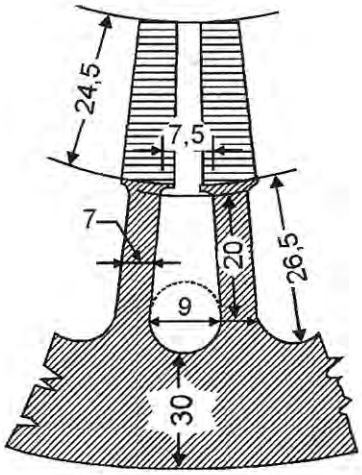
ÁREA TOTAL DE RANURA

$$\frac{9^2 \times 0{,}7854}{2} = 31{,}8087$$

$$\frac{7{,}5 + 9}{2} \times 20 = \frac{165{,}00}{196{,}8087}$$

▸Datos

- Diámetro interior (Di) : 20cm
- Longitud axial (La) : 24,5cm
- Altura del diente (Hd) : 2,65cm
- Ancho del diente (Ad) : 0,70cm
- Altura de corona (Hc) : 3,0 cm
- Área total de ranura (Atr) : 196,8087 mm^2



▸Parámetro de Inducciones Magnéticas

- Inducción en el entre hierro (Beh)

$$BEh = \frac{\varnothing f \times P}{La \times Di} \quad \text{(5000 a 7000 Gauss)}$$

- Inducción en la corona (Bc)

$$Bc = \frac{\varnothing f \times 0{,}5}{La \times Hc} \quad \text{(10 000 a 14000 Gauss)}$$

- Inducción en el diente (Bd)

$$Bd = \frac{\varnothing f \times 1{,}5723}{La \times Ad \times NR\ /polo} \quad \text{(10 000 a 20 000 Gauss)}$$

▸Parámetros en el área disponible de ranura

El área disponible de ranura para los conductores de bobina, es de 34% a 39% de área total de ranura (Atr)

▸Parámetros de la densidad de corriente admisible

La densidad de corriente admisible, en los conductores del bobinado de motores eléctricos es de 3,5 a 6,5 A / mm^2

5. CÁLCULO DEL FLUJO MAGNETIZANTE POR POLO (Φ)

El valor dl flujo magnetizante por polo (Φ), nos permitirá conocer la magnitud de las inducciones magnéticas desarrolladas en la corona (Bc), en el entrehierro (B∈h) y en el diente (Bd); para compararlas con los parámetros de las inducciones magnéticas establecidas.

▸Proceso de Cálculo

El flujo magnetizante por polo (Φ) esta determinado por la siguiente ecuación:

$$\Phi = \frac{Uf \times 10^8}{2{,}22 \times f \times Kp \times Kd \times Nc} \text{(Maxwells)}$$

Leyenda :

Uf : Voltaje de fase
Voltaje de fase conexión triángulo Uf = Un
Voltaje nominal (Un) : 220 V

10^8 : líneas de fuerza por cm^2 para generar 1 voltio

2,22 : factor constante

f : frecuencia nominal : 60 Hz

Kp : factor de paso del bobinado
Factor de paso en función del paso de bobina y el paso polar

$$Kp = \text{sen}\ \left(\frac{90 \times Pb - 1}{Pp} \right)$$

- Pb = paso de bobina

  En caso de pasos escalonados, se determina el paso de bobina promedio : $Pb = \frac{8+10+12+14}{4} = 11$ o 1 a 11

  Pp = paso polar

  $$Pp = \frac{N^o R}{N^o R} = \frac{48}{4} = 12$$

  Así :

  $$Kp = \text{sen}\ \left(90 \times \frac{10}{12} \right) = 0{,}9659$$

- Kp : factor de distribución del bobinado
  en función del número de ranuras por polo - fase (NR / p - f) y los grados eléctricos (G°) abarcados entre ranuras.

$$Kd = \frac{\text{sen}\ (NR / p - f \times G^o / 2)}{NR / p - f \times \text{sen}\ (G^o / 2)} = \frac{\text{sen}\ (4 \times 15 / 2)}{4 \times \text{sen}\ (15 / 2)} = \frac{0{,}5}{4 \times 0{,}1305} = 0{,}9578$$

- NR / p-f = $\frac{N^o R}{N^o p \times N^o f} = \frac{48}{4x3} = 4$ ranuras por polo - fase

- $G^o = \frac{360}{N^o R} \times p = \frac{360}{48} \times 2 = 15^o$ grados eléctricos

  p = pares de polos

- Nc : número de conductores activos en serie por fase

$$Nc = \frac{Nv / B \times NB \times NR}{Nf \times Nc\,II}$$

Leyenda :

- Nv / B : número de vueltas o espiras / bobina : 13 espiras

- NB/ R : número de costados de bobina en ranura

  En este caso por tratarse de bobinado a media ranura o doble Capa, se considera 2 estados de bobina.

- NR : número de ranuras totales del estator
  NR = 48 ranuras

- Nf : número de fases : 3 (motor trifásico)

- NCII : número de circuitos en paralelo por fase

  A220V el motor estará conectado en cuádruple triángulo (ΔΔΔΔ)
  Por lo tanto tendrá 4 circuitos en paralelo por fase.

  NcII = 4 circuitos en paralelo por fase
  Así :

$$Nc = \frac{13 \times 2 \times 48}{3 \times 4} = 104 \text{ cond. en serie / fase}$$

Entonces :

$$\Phi = \frac{220 \times 10^8}{2{,}22 \times 60 \times 0{,}9659 \times 0{,}9578 \times 104} = 1716635{,}612 \text{ Maxwells}$$

Flujo Fundamental (Φ f)

Este flujo base o fundamental, nos permitirá determinar la inducción magnética real en la Corona, en el entrehierro y en el diente, de acuerdo a las dimensiones del fierro activo de estator.

$$\Phi f = \Phi \times Kp \times Kd = 1716635{,}612 \times 0{,}9659 \times 0{,}9578 = 1588126{,}588 \text{ Max}$$

6. CÁLCULO DE LAS INDUCCIONES MAGNÉTICAS

Características del fierro activo del estator :

NR = 48 ranuras	Hd = 2,65 cm
NP = 4 polos	Ad = 0,70 cm
Di = 20 cm	Hc = 3,0 cm
La = 24,5 cm	Atr = 196,8087 mm^2

▸Inducción en la Corona :

$$Bc = \frac{\Phi f \times 0,5}{La \times Hc} = \frac{1\,588126,588 \times 0,5}{24,5 \times 3} = 10803,582 \text{ Gauss}$$

▸Inducción en el Entrehierro

$$B\in h = \frac{\Phi f \times P}{La \times Di} = \frac{1\,588126,588 \times 2}{24,5 \times 20} = 6482,149 \text{ Gauss}$$

▸Inducción en el diente

$$Bd = \frac{\Phi f \times 1,5723}{La \times Ad \times Pp} = \frac{1\,588126,588 \times 1,5723}{24,5 \times 0,7 \times 12} = 12133,194 \text{ Gauss}$$

Así tenemos que :

La inducción en la corona (Bc), en el entrehierro (B∈h) y en el diente (Bd), obtenidas en base a las características del bobinado y las del fierro activo del estator , se encuentran de los parámetros de inducciones recomendadas.

7. CÁLCULO DEL AREA OCUPADA POR LOS CONDUCTORES EN LA RANURA (ACR)

Datos .-

Nº espiras / bobina : 13 espiras de 2 hebras en paralelo :

1 de alambre Nº15 = 1,65 mm^2
1 de alambre Nº16 = 1,309 mm^2
2,959 mm^2

Sección conductor :
Área total de ranura : 196,8087 mm^2
Costado de bobina / ranura : 2 costados

Acr = Nº espiras / bobinas x Nº costados de bobina / ranura x sección
Acr = 13 x 2 x 2,959 = 76,934 mm^2

Área ocupada en ranura en por ciento

$$\frac{\text{Área ocupada en ranura}}{\text{Área total de ranura}} \times 100 = \frac{76{,}934}{196{,}8087} \times 100 = 39\%$$

Este valor de 39% es correcto

8. CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE (D)

Datos .-

Corriente nominal (In)	:	108 A (conexión 220V)
Corriente de fase (If)	:	$In / \sqrt{3} = 62{,}352$ A
Circuito en paralelo / fase(NcII)	:	4 circuitos (ver diagrama vectorial)
Sección del conductor (S)	:	2,959 mm^2

$$d = \frac{If}{NcII \times S} = \frac{62{,}352}{4 \times 2{,}959} = 5{,}268 \ A / mm^2$$

Este resultado de 5,268 amp / mm^2 está dentro de los valores recomendados.

9. COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA RESULTANTE

La potencia resultante viene dada por la siguiente ecuación :

$$KVA = \frac{Hz}{4{,}5} \times \frac{Acr \times NR}{10\,000} \times \frac{Di \times La}{P} \times B\epsilon h \times d$$

De donde :

Hz = frecuencia : 60 Hz

Acr = área ocupada por los conductores en la ranura : 76,934 mm^2

NR = número de ranuras : 48

Di = diámetro interior del estator en dm : 2,00 dm

La = Longitud axial de ranura en dm : 2,45dm

P = pares de polos = 2

$B\epsilon h$ = inducción entrehierro en tesla en función de Φf :0,6482149 Tesla

d = densidad de corriente en amp / mm^2 : 5,268 A / mm^2

$$KvA = \frac{60}{4,5} \times \frac{76,934 \times 48}{10\,000} \times \frac{2 \times 2,45}{2} \times 0,6482149 \times 5,268 = 41,1935 \text{ KVA}$$

▸Potencia Resultante en HP

$$HP = KVA \times \cos\varphi \times n\% \times 1,34$$

$$HP = \frac{UX\,I \times 3 \times \cos\varphi \times n\%}{746}$$

$$\cos.. \times n\% = \frac{HP \times 746}{UX\,I \times \sqrt{3}} = \frac{40 \times 746}{220 \times 108\sqrt{3}} = 0,725$$

De donde :

$$HP = 41,19354 \times 0,725 \times 1,34 = 40 \text{ HP}$$

10. CONCLUSIÓN FINAL

Los datos obtenidos en base a las características del bobinado y las del fierro activo del estator y comparados con los parámetros recomendados nos muestran que estos son correctos.

Así tenemos :

- Inducción en la corona (Bc) : 10 803,582 Gauss
  Inducción recomendada : 10 000 a 14 000 Gauss

- Inducción en el entrehierro ($B_{\in}h$) : 6 482,149 Gauss
  Inducción recomendada : 5 000 a 7 000 Gauss

- Inducción en el diente (Bd) : 12 133,194 Gauss
  Inducción recomendada : 10 000 a 20 000 Gauss

▸Área ocupada por los conductores en ranura (Acr)

Área ocupada (Acr) = 76,934 mm^2
Esta área es el 39% del área total de ranura
Porciento recomendadas : 34 a 39%

▸Densidad de corriente admisible (d)

Densidad calculada : 5,268 A / mm^2
Densidad recomendada : 3,5 a 6,5 A / mm^2

▸Potencia resultante (KVA)

La potencia resultante calculada en base a las características del bobinado y las del fierro activo del estator, es de : 41,19354 KVA.
Esta potencia es equivalente a la potencia en KVA obtenida en base a los datos nominales de placa.

Así :

$$KVA = \frac{U \times I \times \sqrt{3}}{1\,000} = \frac{220 \times 108 \times \sqrt{3}}{1000} = 41{,}1546 \quad KVA$$

▸ CONEXIÓN DE GRUPOS DE BOBINAS POR FASE

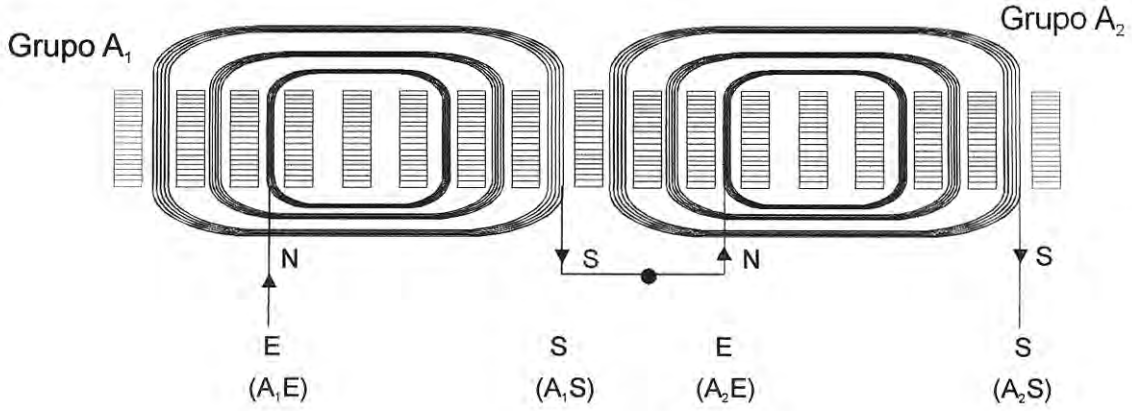
Dependiendo del sentido de circulación de la corriente eléctrica (I) en cada uno de los grupos de bobina conforman la fase.

Se puede distinguir lo siguiente :

-Conexión de grupos consecuentes:

Se dice que los grupos de una fase están conectados de forma consecuente cuando el sentido de la corriente es igual para cada uno de los grupos.

Esto se logra conectando el terminal de salida del primer grupo con el terminal de entrada del segundo grupo. Si existiera otro grupo en la fase se conecta la salida del segundo grupo con la entrada del tercero, y así sucesivamente. A esta conexión también se le dice salida con entrada



En esta conexión el numero de los polos que se forman es igual al doble de numeros de grupo conectados en la fase.

Ejemplo:

Un motor trifásico con dos grupos por fase conectados en " Grupos Consecuentes" se dara origen a 4 polos.

$$N° P = 2 (N° G x F)$$

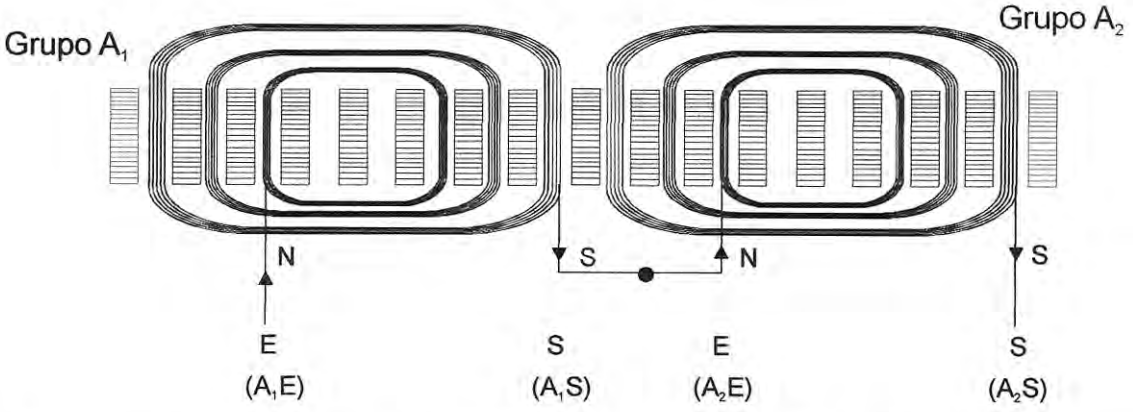
Donde:

N° P = Numero de polos

N° G x F = Numero de grupos por fase

-Conexión de grupos alternados

Esta conexión se da cuando el sentido de la corriente es invertida para el siguiente grupo con respecto al anterior, a esta conexión también se le dice conexión de salida con salida.



En esta conexión el número de polos que se forman es igual al número de grupos conectados en la fase.

Ejemplo:

Un motor trifásico con dos grupos de fase conectados en " grupos alternados" dara origen a dos polos

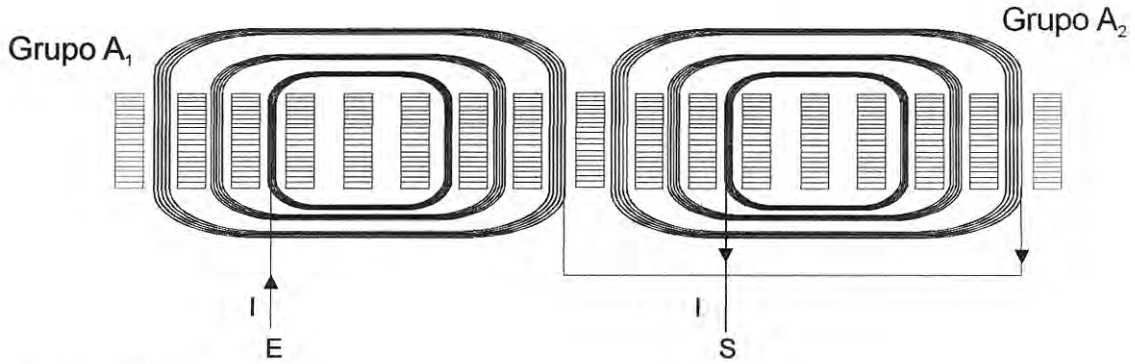
$$N° P = N° G x F$$

Dependiendo de la tensión que pueda recibir un grupo de bobina dentro de una fase, se puede distinguir lo siguiente:

-Conexión Serie

Consiste en crear un solo circuito para la corriente eléctrica que toma la fase. Esta corriente necesariamente tiene que pasar por cada uno de los grupos de bobina que forma la fase.

Esta conexión permite que la fase trabaje con un nivel de voltaje alto.

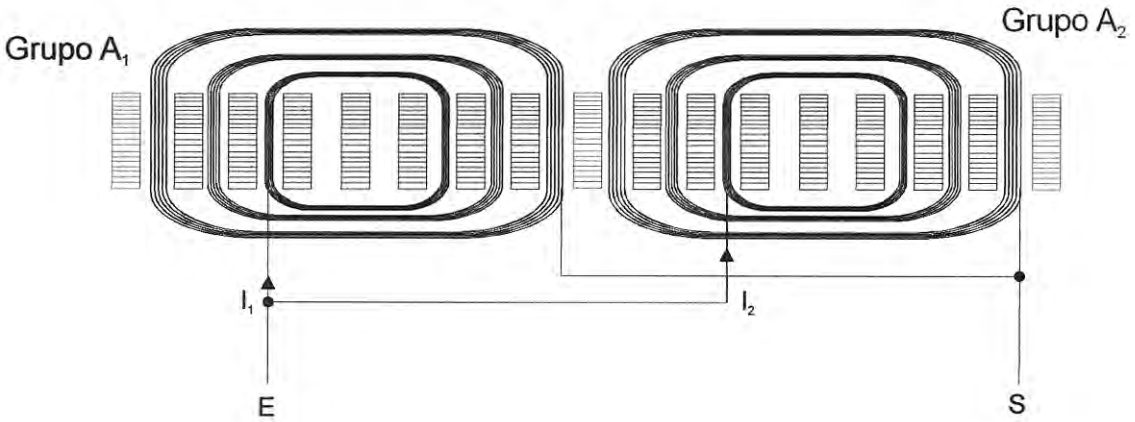


-Conexión Paralelo:

En esta conexión se crean circuitos derivados para la corriente que toma la fase.

Las características de esta conexión es por un lado la intensidad total que toma la fase es igual a la suma de las intensidades que circula por cada grupo de bobina, y por otro lado el nivel de voltaje que recibe cada grupo de bobina es igual al voltaje de la fase

Conexión para bajo nivel de tensión



Bobinado de doble capa

Son aquellos en los cuales cada ranura alberga dos lados de bobinas, cada lado perteneciente a una bobina diferente (figura a).

Como cada bobina consta de dos lados, resulta que, en estos arrollamientos, el número total de bobinas coincide con el de ranuras Nr de la máquina. Para las mismas condiciones iniciales (o sea, para los mismos valores de Nr, 2p y m), los arrollamientos a dos capas requieren, pues, doble número de bobinas que los correspondientes arrollamientos a una Capa.

$$N^0 b t = N r$$

.Aunque corrientemente los arrollamientos a dos capas se ejecutan con bobinas iguales de paso constante, hay casos particulares en los que se prefiere utilizar bobinas de paso variable. En ambos casos, las cabezas de bobinas no aparecen dispuestas en planos diferentes sino que, en el caso de bobinas de paso variable se solapan las cabezas, y en el caso de bobinas de paso constante las cabezas se ordenan unas tras otras.

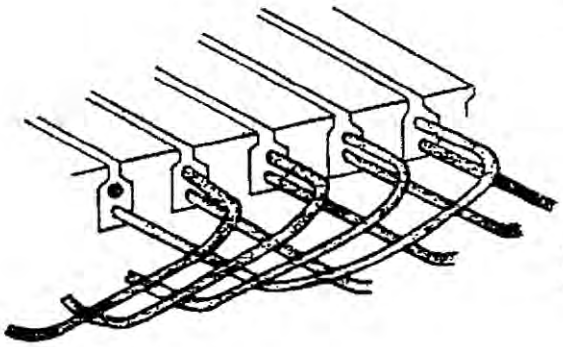


Figura a: En los arrollamientos a dos capas cada ranura alberga dos lados de bobina

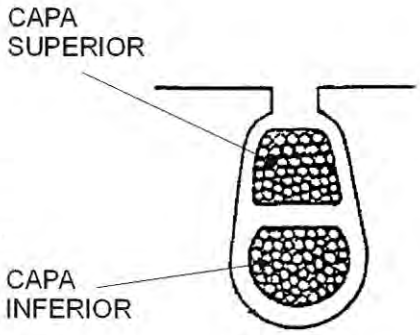


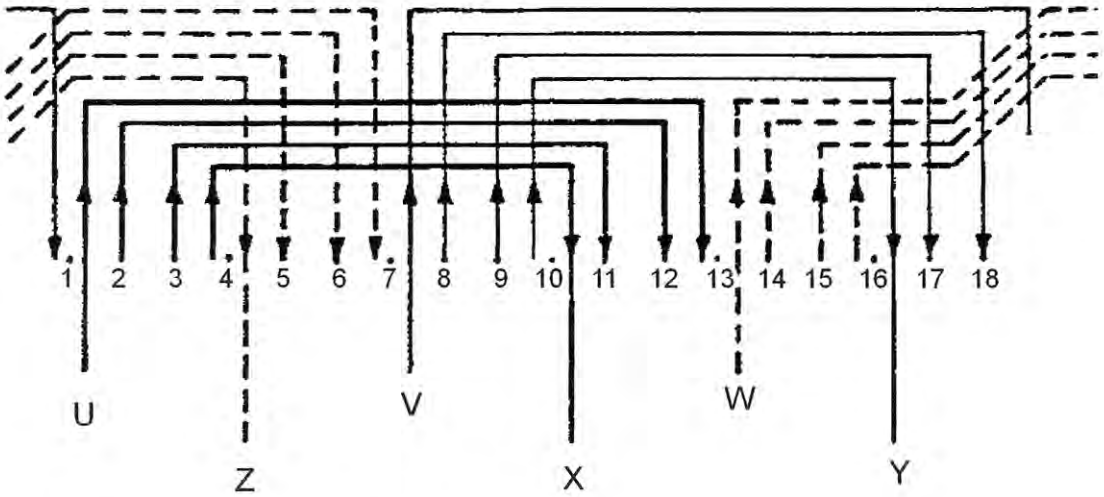
Figura b: Capas superior e inferior, en los arrollamientos a dos capas

Como en cada ranura se sitúa un lado de bobina sobre el otro de otra bobina (con un aislante intermedio), se distingue entre el lado de bobina colocado en lo más profundo de la ranura, que denominamos capa inferior, y el lado de bobina situado encima del anterior, que llamamos capa superior b).

Bobinado Mixto

En la construcción de series de máquinas, interesa particularmente utilizar arrollamientos muy simples, de cómoda ejecución e inserción. Puede ocurrir, sin embargo, que por los datos iniciales de la máquina (Nr, 2p y m), los posibles arrollamientos a una o a dos capas no convengan suficientemente a las exigencias de facilidad de fabricación de los grupos de bobinas, comodidad de inserción del arrollamiento en la máquina, y poca posibilidad de errores en las conexiones a realizar.

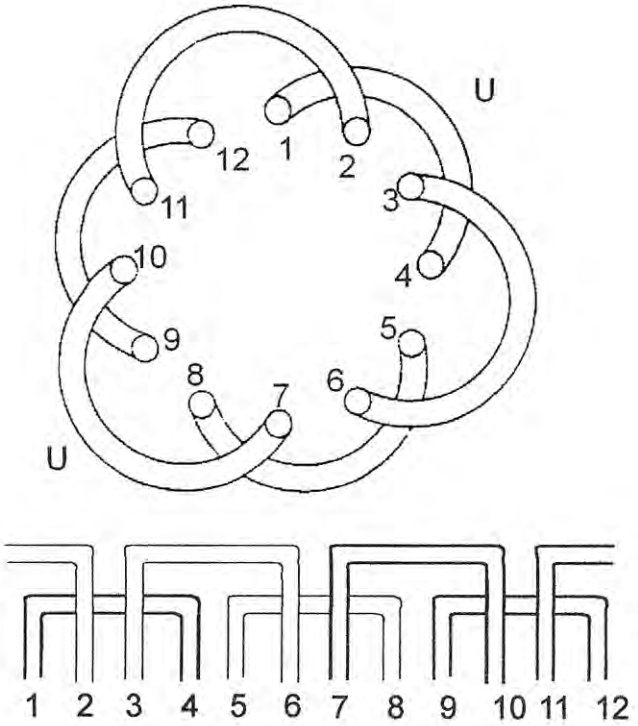
En estos casos, es frecuente el empleo de arrollamientos que llamaremos mixtos, porque reúnen características de los arrollamientos a una y dos capas.



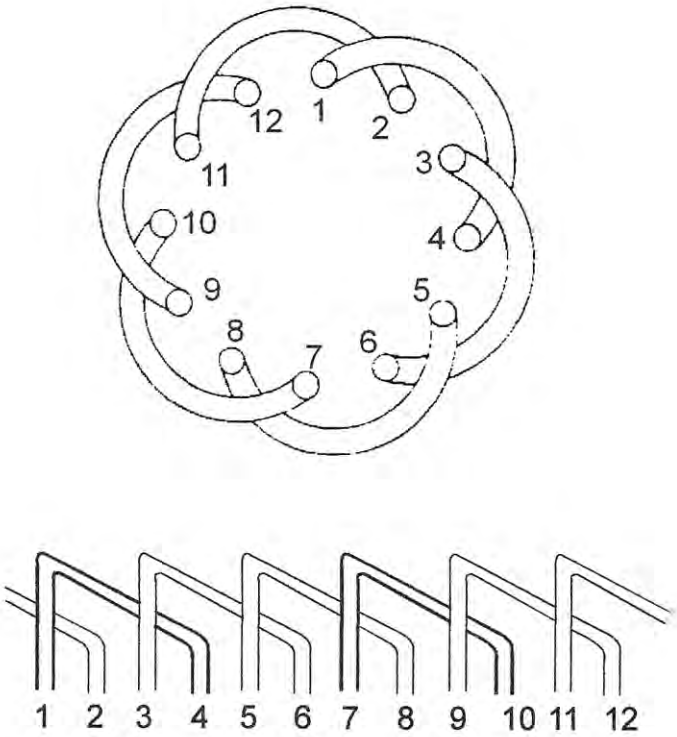
Arrollamiento mixto para Nr = 18 ranuras, 2p = 2 polos y m = 3 fases, con cabezas de bobinas en dos planos

En la figura anterior se muestra el plan de arrollamiento mixto para Nr = 18 ranuras, 2p = 2 polos y m = 3 fases, ejecutando con cabezas de bobinas en dos planos.

Esquema de bobinado concéntrico

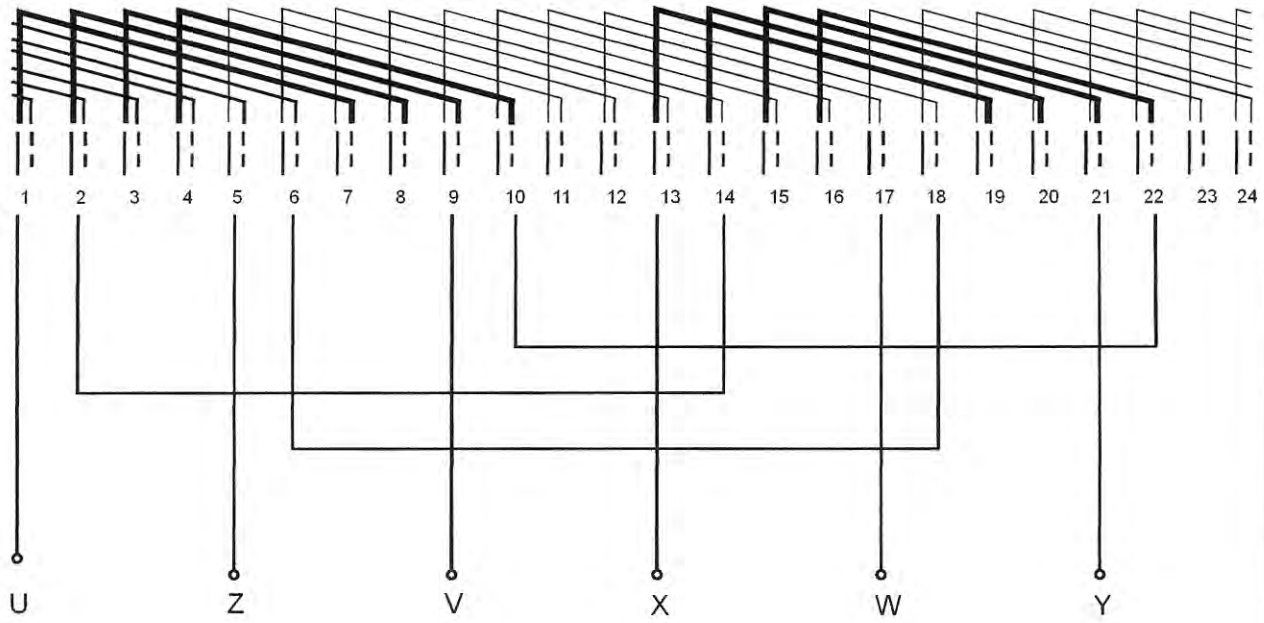


Esquema de bobinado imbricado



TAREA 6

CONEXION DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE CAPA PARA SEIS TERMINALES Y- △



N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	○ Conectar bobina de doble capa para seis terminales	○ Soldadura de Estaño ○ Spaguetty ○ Cable flexible ○ Alicate de corte diagonal ○ Cuchilla de electricista ○ Cinta para marcar

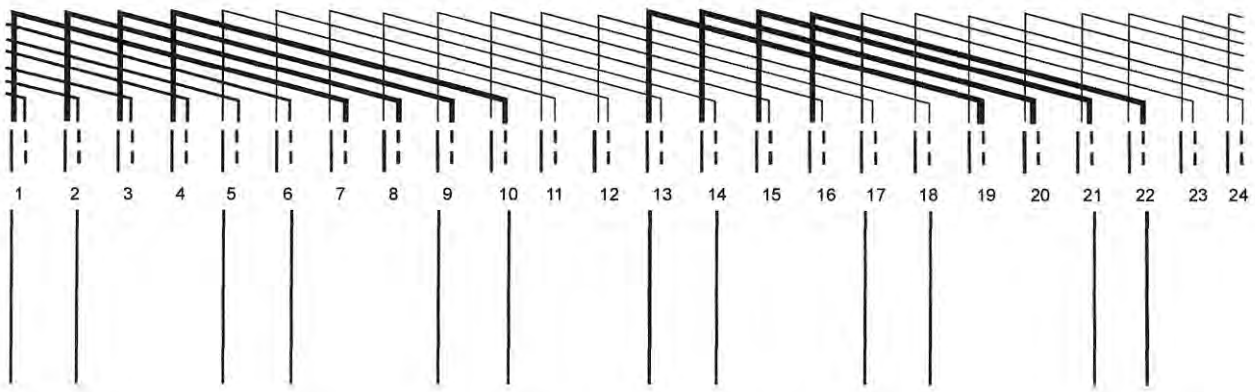
PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01			
SENATI		CONEXION DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE CAPA PARA 6 TERMINALES Y-△	HT 06	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

OPERACIÓN

CONECTAR BOBINA DE DOBLE CAPA PARA SEIS TERMINALES

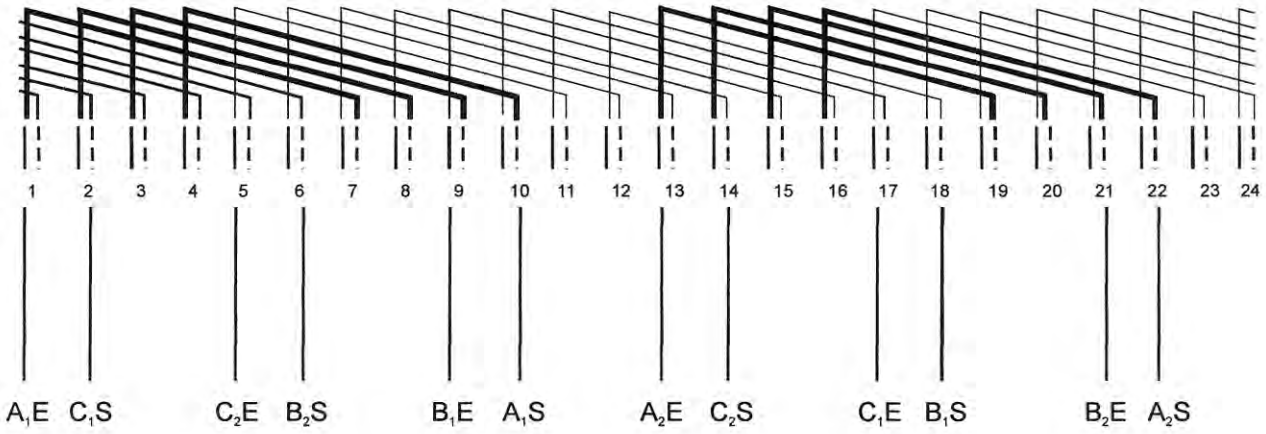
IDENTIFICAR TERMINALES

-De acuerdo al esquema del bobinado obtenido anteriormente, proceda a comprobar la ubicación de los grupos d bobina e identifique sus terminales.



-Marque a los terminales de la siguiente forma

# de ranura	Marca	Descripción	
1	A_1E	Entrada primer grupo	Primera fase
2	C_1S	Salida primer grupo	Tercera fase
5	C_2E	Entrada Segundo grupo	Tercera fase
6	B_2S	Salida Segundo grupo	Segunda fase
9	B_1E	Entrada primer grupo	Segunda fase
10	A_1S	Salida primer grupo	Primera fase
13	A_2E	Entrada Segundo grupo	Primera fase
14	C_2S	Salida Segundo grupo	Tercera fase
17	C_1E	Entrada primer grupo	Tercera fase
18	B_1S	Salida primer grupo	Segunda fase
21	B_2E	Entrada Segundo grupo	Segunda fase
22	A_2S	Salida Segundo grupo	Primera fase



HACER CONEXIÓN PARA LA PRIMERA FASE (A)

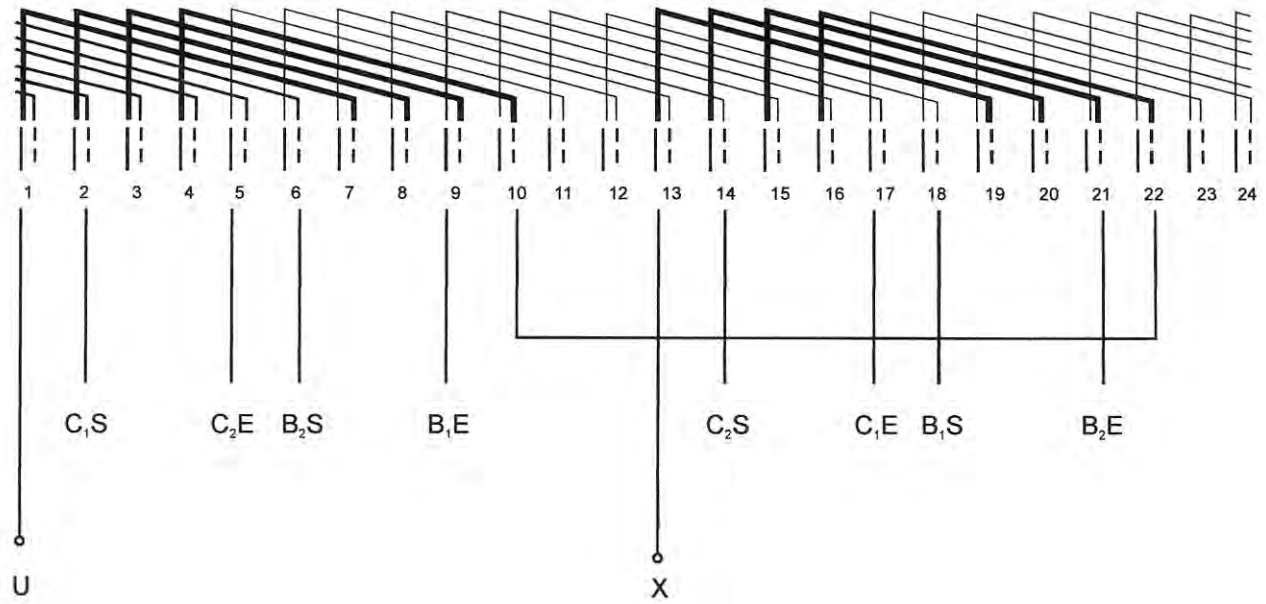
-La siguiente conexión corresponde a un motor de dos polos

-Retire el aislante de los terminales A_1S y A_2S

-Empalme los extremos, suelde y aísle con un trozo de spaguetty

-Corte un trozo de cable flexible y suelde al terminal A_1E(1) codifiquelo con la letra "U"

-Haga lo mismo para el terminal A_2E (13) y codifiquelo con la letra "X"



HACER CONEXIÓN PARA LA FASE "B" Y "C"

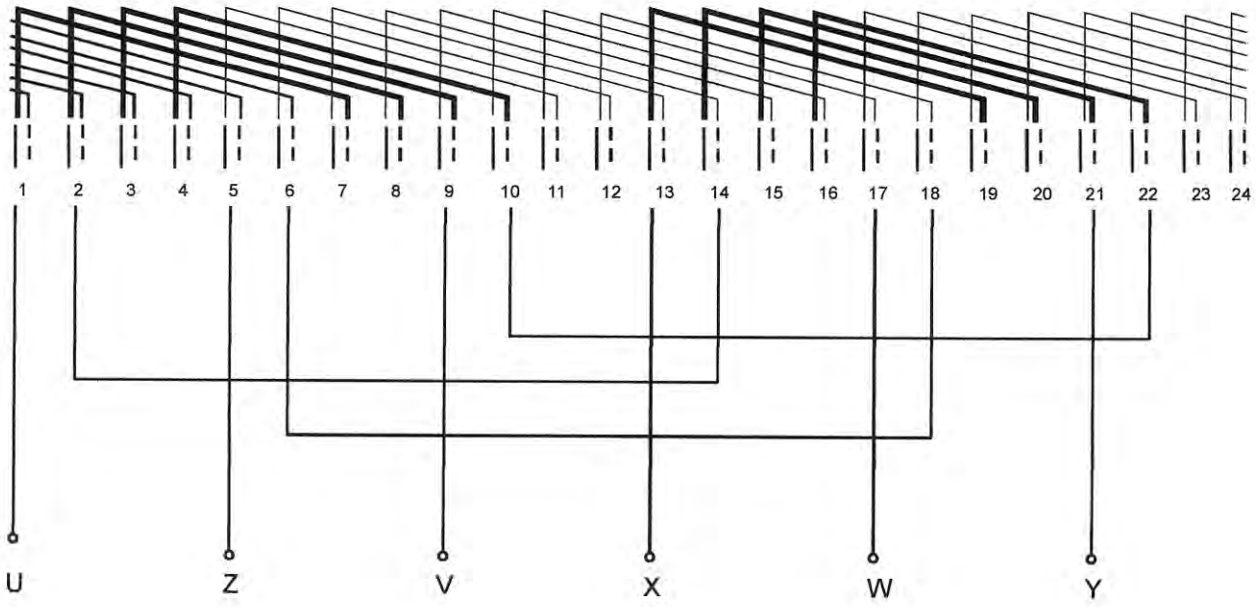
-Empalme, suelde y aísle los siguientes terminales

B_1S (18) con B_2S (6)

C_1S (2) con C_2S (14)

-Suelde un trozo de cable flexible a cada uno de los terminales y codifiquelo de la siguiente manera

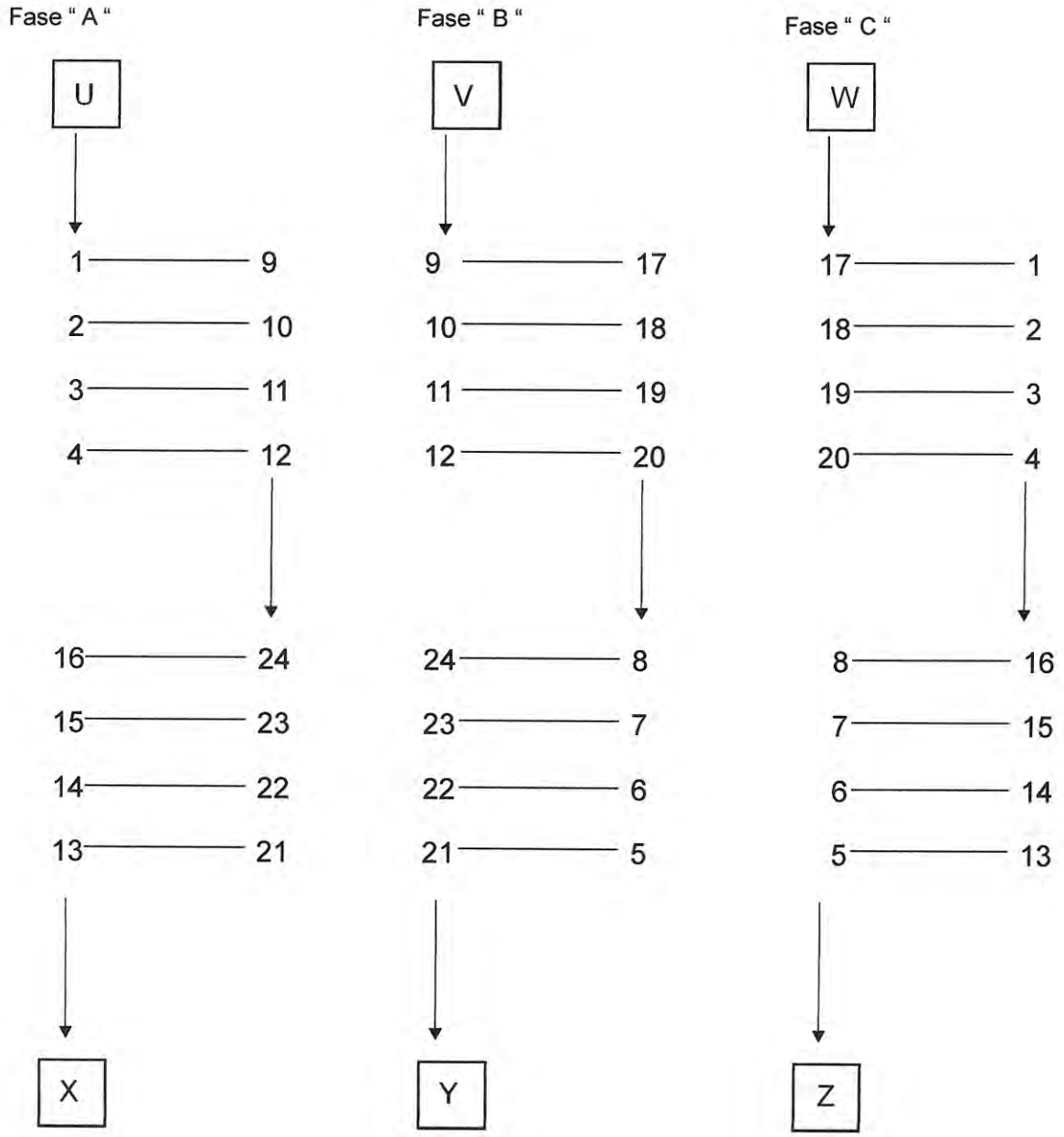
TERMINAL	CÓDIGO
B_1E (9)	V
C_1E (17)	W
B_2E (21)	Y
C_2E (5)	Z



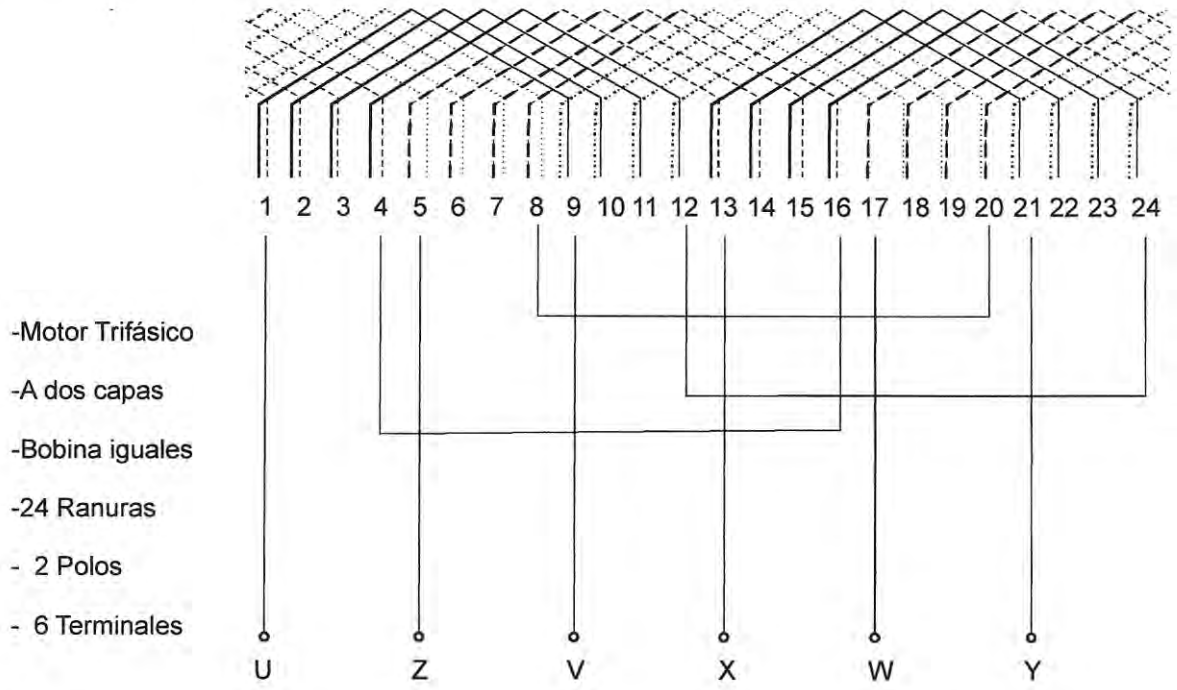
Conexión de bobinado de doble capa para motor de 6 terminales

-Procedimiento:

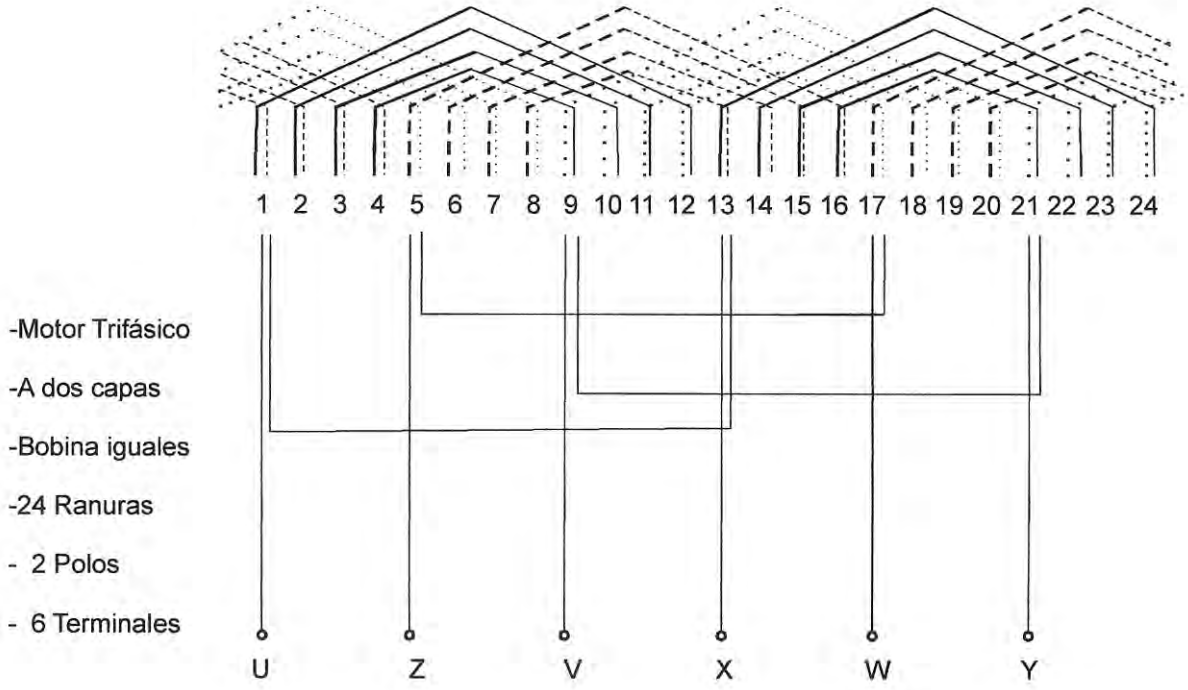
Conecte los terminales del motor siguiendo la secuencia para cada una de las fases



▶ Esquema desarrollado de bobinado trifásico de doble capa para motor de 6 terminale.

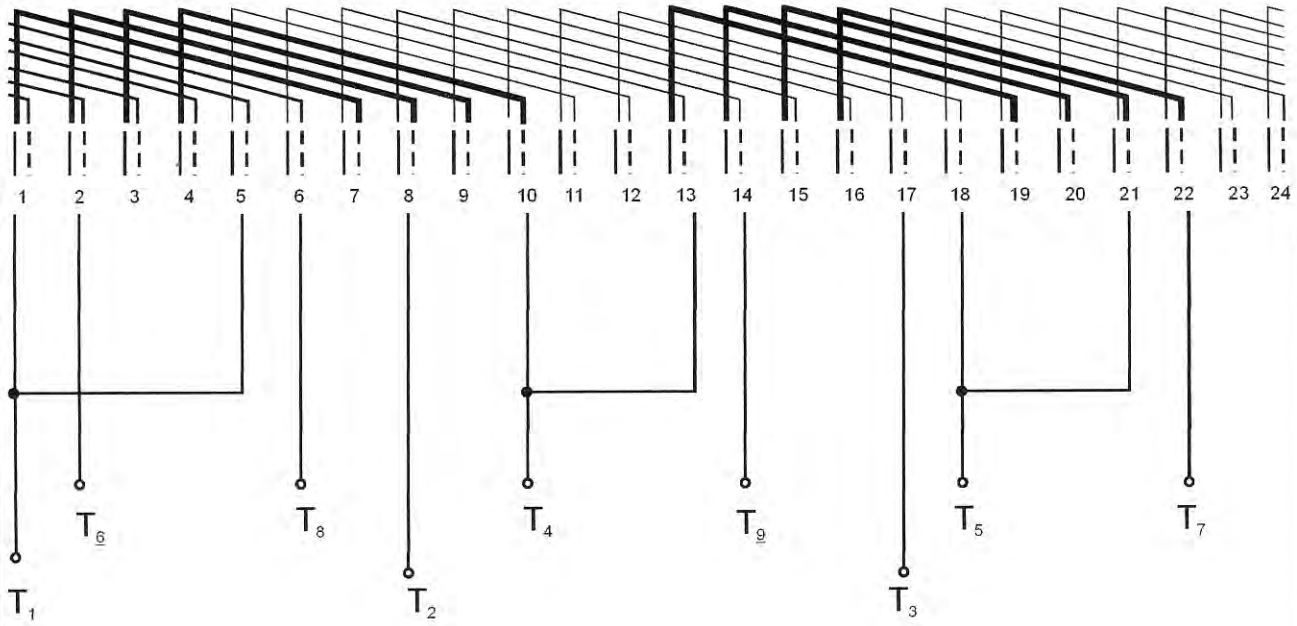


▶ Esquema desarrollado de bobinado trifásico de doble capa para motor de 6 terminale.



TAREA 7

CONEXION DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE CAPA PARA NUEVE TERMINALES △ - △△



N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Conectar bobina de doble capa para nueve terminales	Soldadura de Estaño Spaguetty Cable flexible Alicate diagonal Cuchilla de electricista Cinta para marcar Interruptor trifásico Pinza amperimetrica Tacometro
02	Probar motor trifásico en △ -△△	

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01			
SENATI		CONEXION DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE CAPA PARA 9 TERMINALES △-△△	HT 07	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

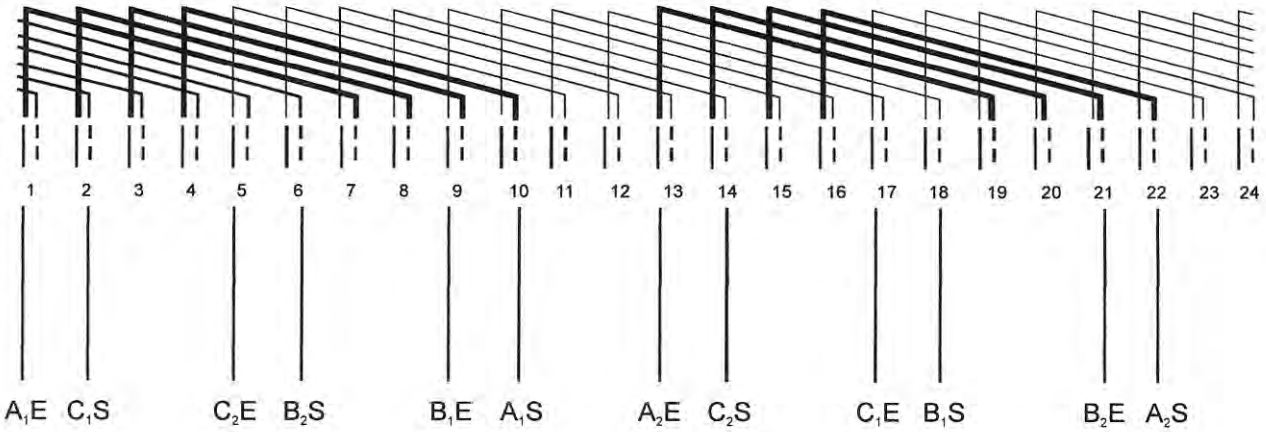
OPERACIÓN

CONECTAR BOBINA DE DOBLE CAPA PARA NUEVE TERMINALES

▶ Marque a los terminales de la siguiente forma

-Marque a los terminales de la siguiente forma

# de ranura	Marca	Descripción	
1	A_1E	Entrada primer grupo	Primera fase
2	C_1S	Salida primer grupo	Tercera fase
5	C_2E	Entrada Segundo grupo	Tercera fase
6	B_2S	Salida Segundo grupo	Segunda fase
9	B_1E	Entrada primer grupo	Segunda fase
10	A_1S	Salida primer grupo	Primera fase
13	A_2E	Entrada Segundo grupo	Primera fase
14	C_2S	Salida Segundo grupo	Tercera fase
17	C_1E	Entrada primer grupo	Tercera fase
18	B_1S	Salida primer grupo	Segunda fase
21	B_2E	Entrada Segundo grupo	Segunda fase
22	A_2S	Salida Segundo grupo	Primera fase



- Corte un trozo de cable flexible y suelde a los terminales A_1E (1) con C_2E (5) y codifiquelo con "T_1"

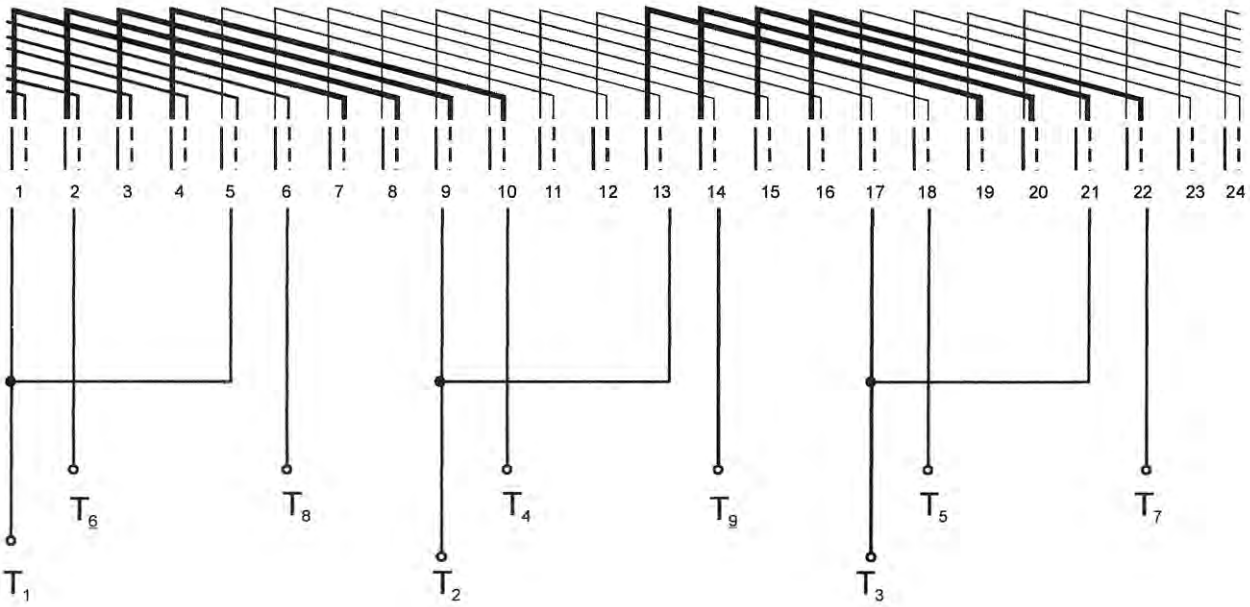
- haga los mismo para los terminales :

  B_1E (9) con A_2E (13) y codifiquelo con "T_2"

  C_1E (17) con B_2E (21) y codifiquelo con "T_3"

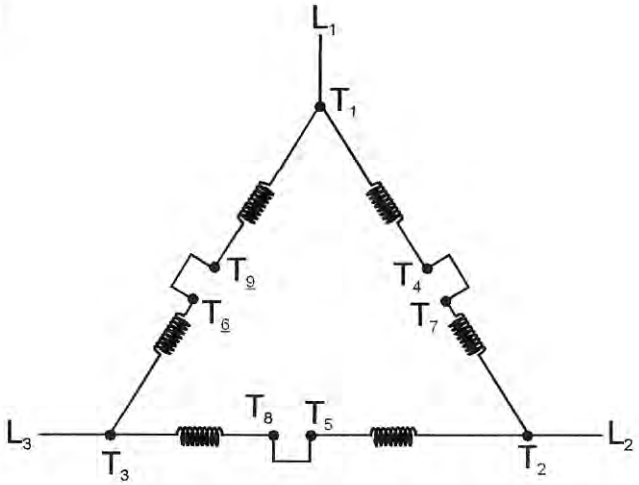
- Suelde un trozo de cable flexible a cada uno de los terminales y codifiquelo de la siguiente manera

TERMINAL	RANURA	CÓDIGO
A_1S	10	T_4
A_2S	22	T_7
B_1S	18	T_5
B_2S	6	T_8
C_1S	2	T_6
C_2S	14	T_9



OPERACIÓN

PROBAR MOTOR TRIFÁSICO EN Δ -ΔΔ



CONEXIÓN INTERNA DEL MOTOR

▶ CONEXIÓN TRIANGULO "Δ"

-Conecte los terminales T_1, T_2, T_3 a la red trifásica, a través del Interruptor.

-Unir los terminales

T_4 con T_7

T_5 con T_8

T_6 con T_9

-Cierre el interruptor trifásico por unos instantes y luego desconecte

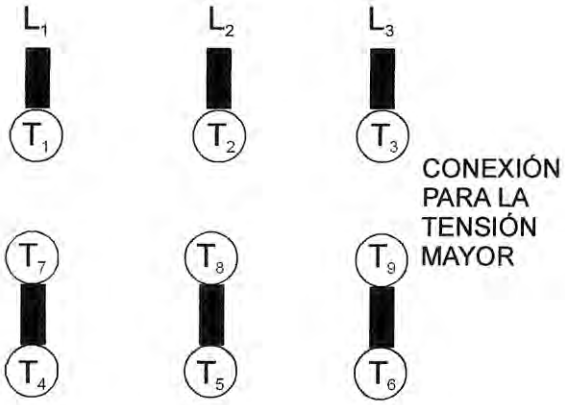
-Haga funcionar el motor y mida la Intensidad de la corriente para el arranque y en vacío (I_A , I_0).

-Mida con un tacómetro las RPM del motor

-Anote el valor de la medición en la hoja de protocolo.

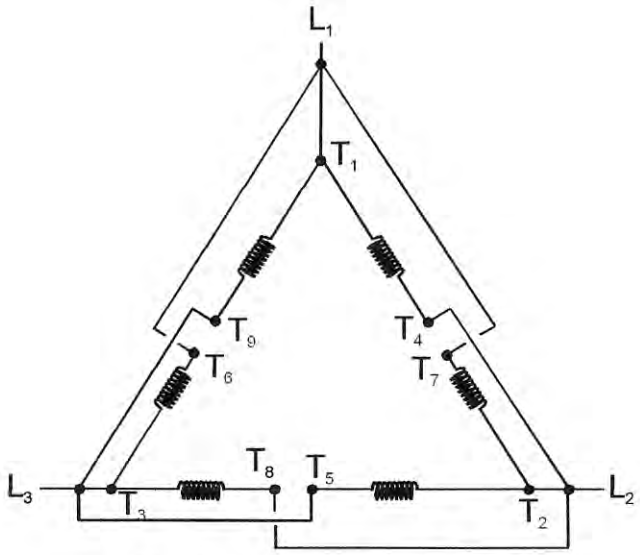
NOTA:

En la conexión triángulo las dos mitades De cada fase están unidas en serie (para una mayor tensión de servicio).



CONEXIÓN EN LA CAJA DE BORNES DEL MOTOR

CONEXIÓN DOBLE TRIANGULO "ΔΔ"



CONEXIÓN INTERNA DEL MOTOR

-Unir los terminales T_1, T_6, T_7 y conectarlo a un borne del interruptor trifásico.

-Unir los terminales

T_2 - T_4 y T_8

y conecte a otro borne del interruptor

-Finalmente conecte :

T_3 - T_5 - T_9

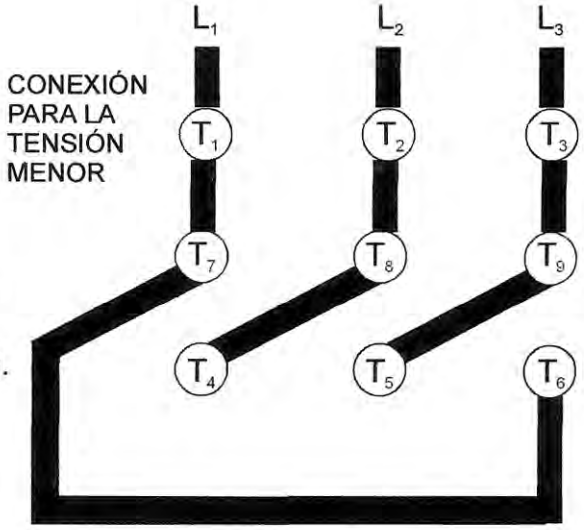
Al último borne del interruptor trifásico.

-Cierre el interruptor trifásico y haga La medición de intensidad y RPM

-No olvide de registrar el valor de la medición en la hoja de protocolo.

NOTA:

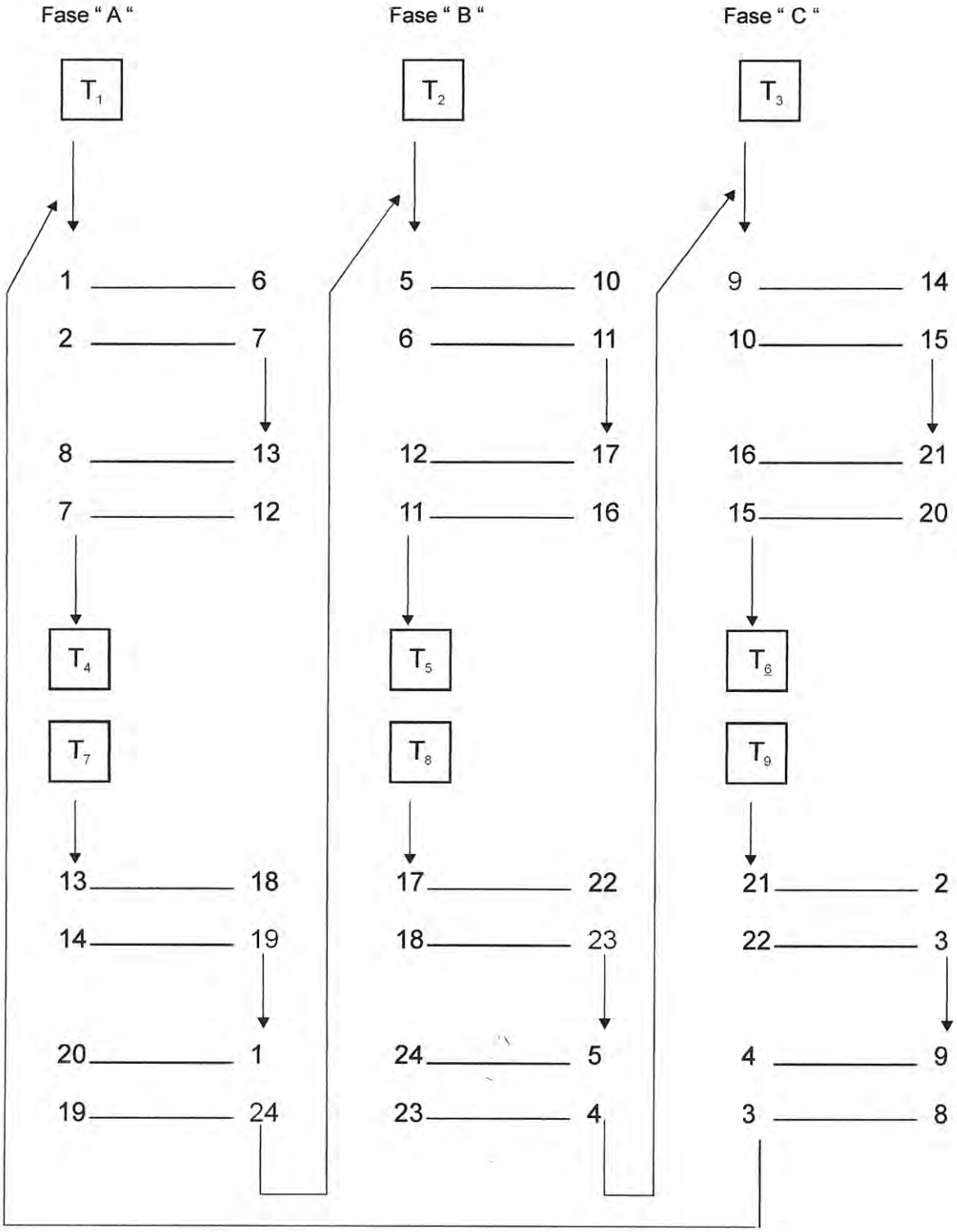
En la conexión doble Triangulo las dos mitades de cada fase están Unidas en paralelo (para una menor tensión de servicio).



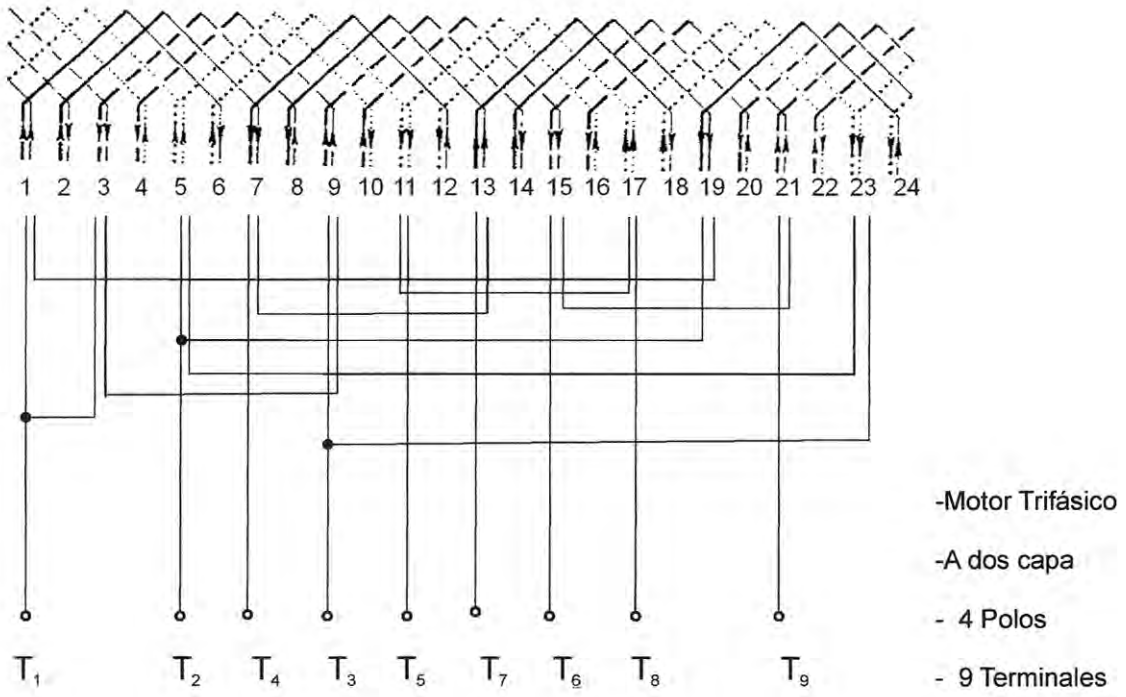
CONEXIÓN EN LA CAJA DE BORNES DEL MOTOR

Conexión de bobinado de doble capa para motor de 9 terminales en Δ - ΔΔ

-Procedimiento

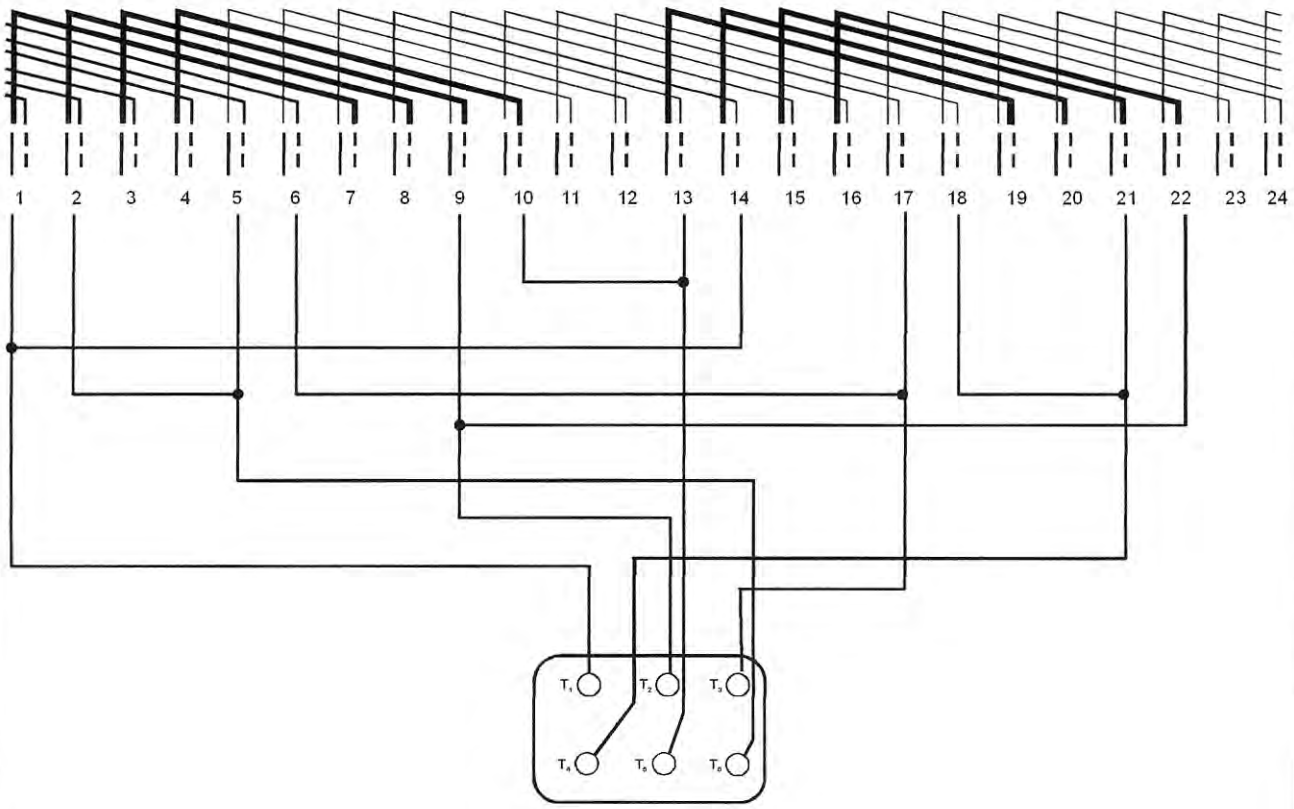


▶ Esquema desarrollado de bobinado trifásico de doble capa para motor de 9 terminales en Δ - ΔΔ



TAREA 8

CONEXION DAHLANDER DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE CAPA



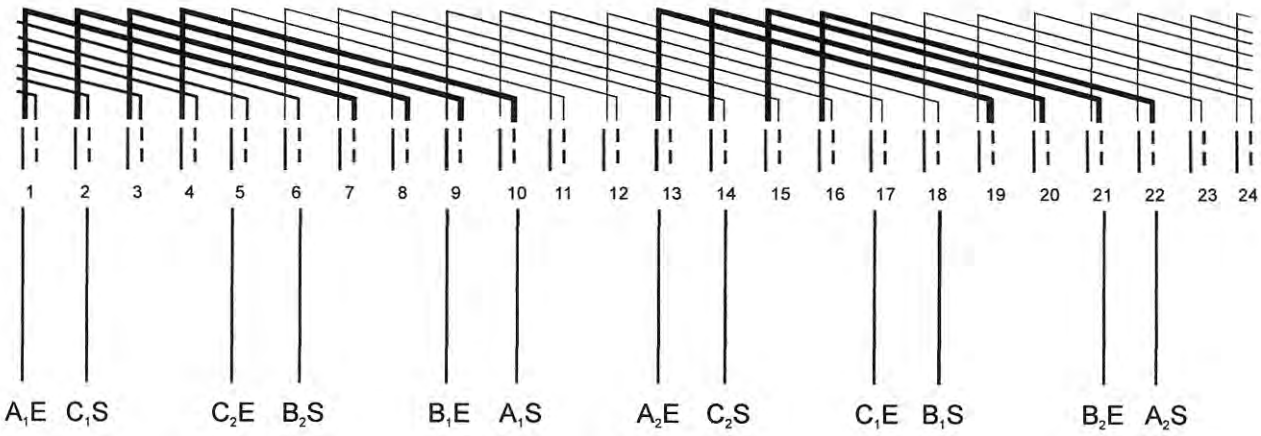
N°	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Reagrupar bobina de doble capa	Soldadura de Estaño
02	Conectar bobina de doble capa en tipo DAHLANDER	Spaguetty
		Cable flexible
03	Probar motor trifásico en conexion DAHLANDER	Cautin electrico
		Multimetro
		Pinza amperimetrica
		Megometro
		Interruptor trifásico
		Tacometro

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01			
SENATI		CONEXION DAHLANDER DE BOBINADO TRIFASICO DE DOBLE	HT 08	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2005

OPERACIÓN

REAGRUPAR BOBINA DE DOBLE CAPA

- Identificar los grupos de bobina alojadas en el estator para cada fase
- Marcar los terminales de bobinado de la siguiente forma



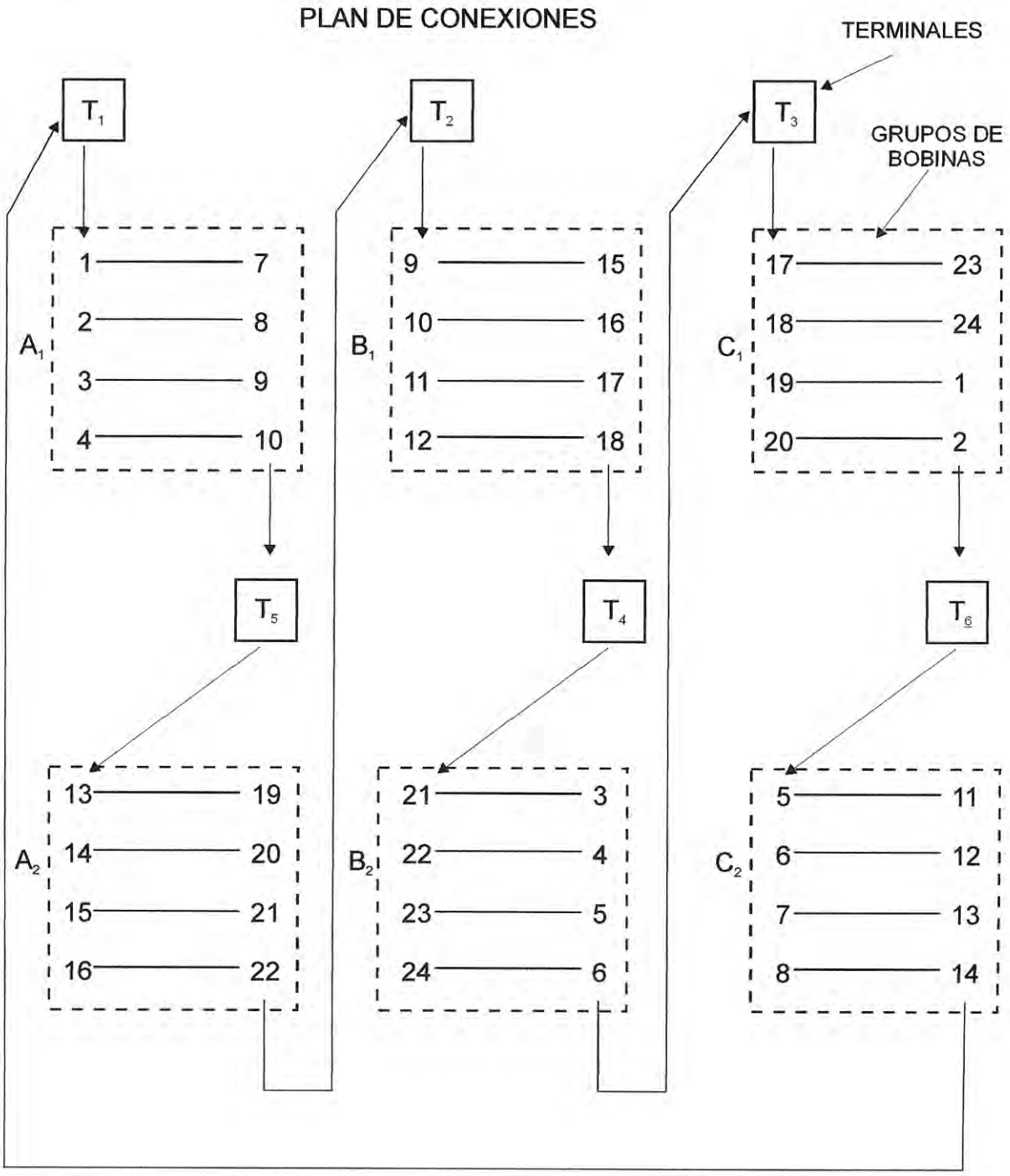
Ubicación de los terminales en las ranuras seria :

# DE RANURA	CÓDIGO
1	A_1E
2	C_1S
5	C_2E
6	B_2S
9	B_1E
10	A_1S
13	A_2E
14	C_2S
17	C_1E
18	B_1S
21	B_2E
22	A_2S

OPERACIÓN

CONECTAR BOBINA DE DOBLE CAPA EN TIPO DAHLANDER

- Haga un plan de conexiones, con la finalidad de hacer los empalmes rápidamente y sin errores:



DESARROLLAR EL ESQUEMA DE CONEXIONES

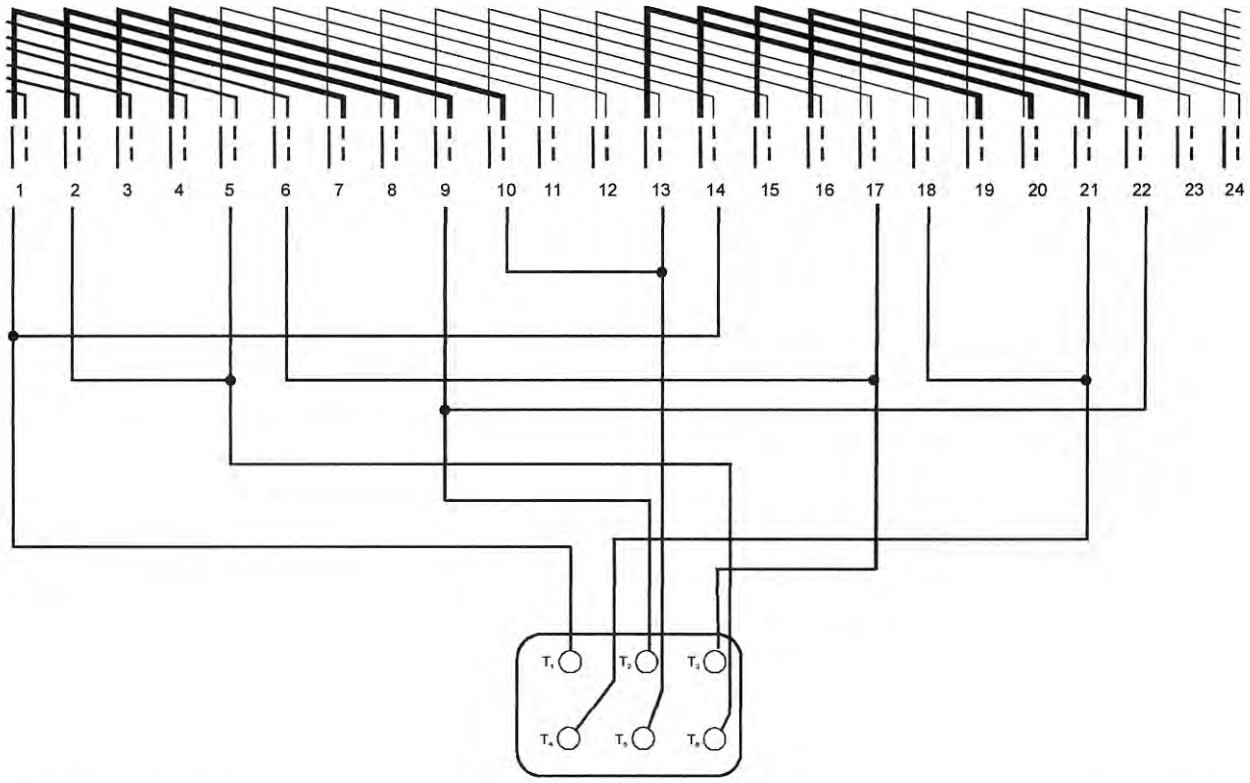
-Corte un trozo de cable flexible y empalme a los terminales A_1E (1) con C_2S (14), marque el otro extremo del cable flexible con "T_1"

-Haga lo mismo para los terminales restantes, según la tabla:

UNIR		MARCAR
A_1S	A_2E	T_5
A_2S	B_1E	T_2
B_1S	B_2E	T_4
B_2S	C_1E	T_3
C_1S	C_2E	T_6

-Lleve los seis terminales a la caja de bornes de motor.

-Mida el aislamiento entre el bobinado y la masa



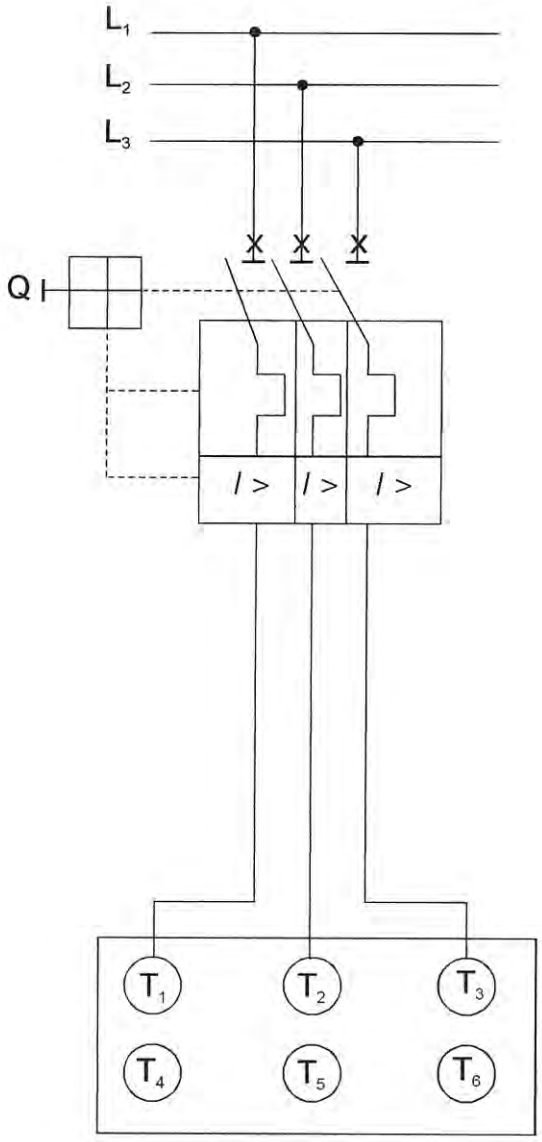
OPERACIÓN

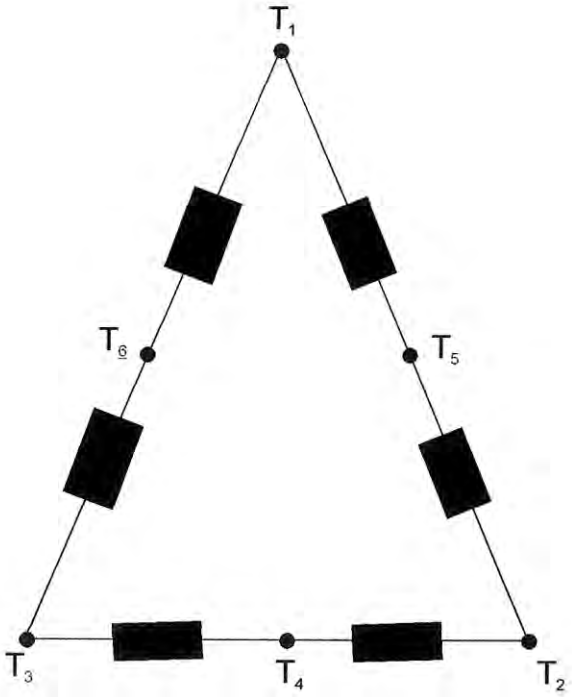
PROBAR MOTOR TRIFÁSICO CON CONEXIÓN DAHLANDER

▶ PROBAR EN BAJA VELOCIDAD

-Según nuestro motor para baja velocidad le corresponde la conexión triangulo

-Haga la conexión triángulo en la caja de bornes del motor, conectando los terminales T_1, T_2, y T_3 al interruptor trifásico y dejando libres los terminales T_4, T_5 y T_6 .





-Cierre el circuito accionando el interruptor Q y deje funcionar el motor por unos segundos, luego desconecte (observe posibles fallas)

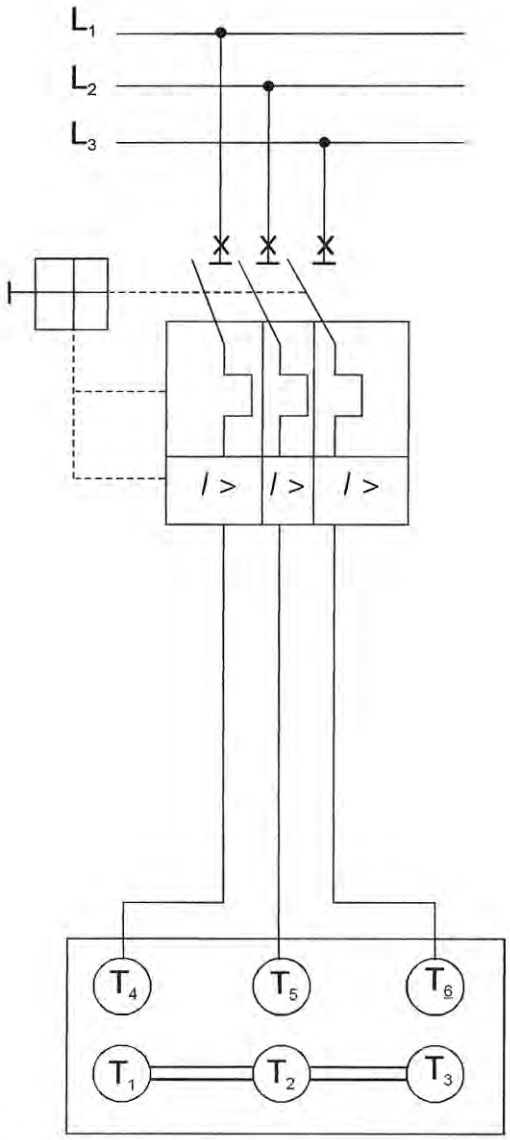
-Haga funcionar el motor y mida las intensidades tanto de arranque (I_A) como en vacío (I_0)

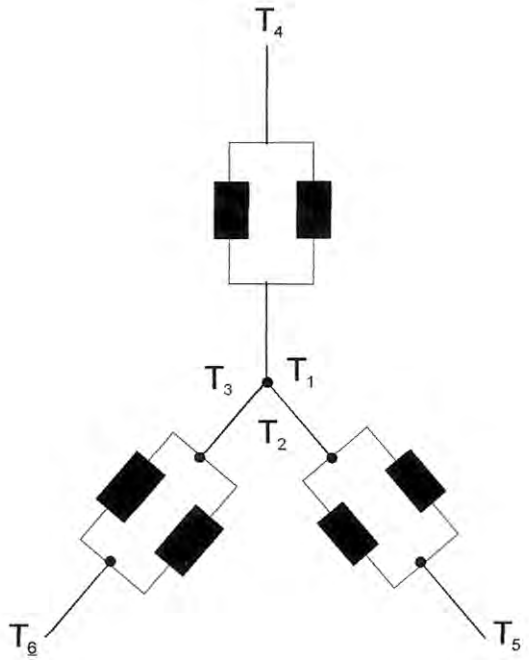
-Mida con un tacometro la RPM del rotor, compare con la placa de caracteristicas

PROBAR EN ALTA VELOCIDAD

-Para alta velocidad le corresponde la conexión doble estrella"YY"

-Haga la conexión doble estrella en la cajas de bornes haciendo puente entre : T_1, T_2, y T_3 los bornes T_4, T_5 y T_6 conectarlos al interruptor trifásico.



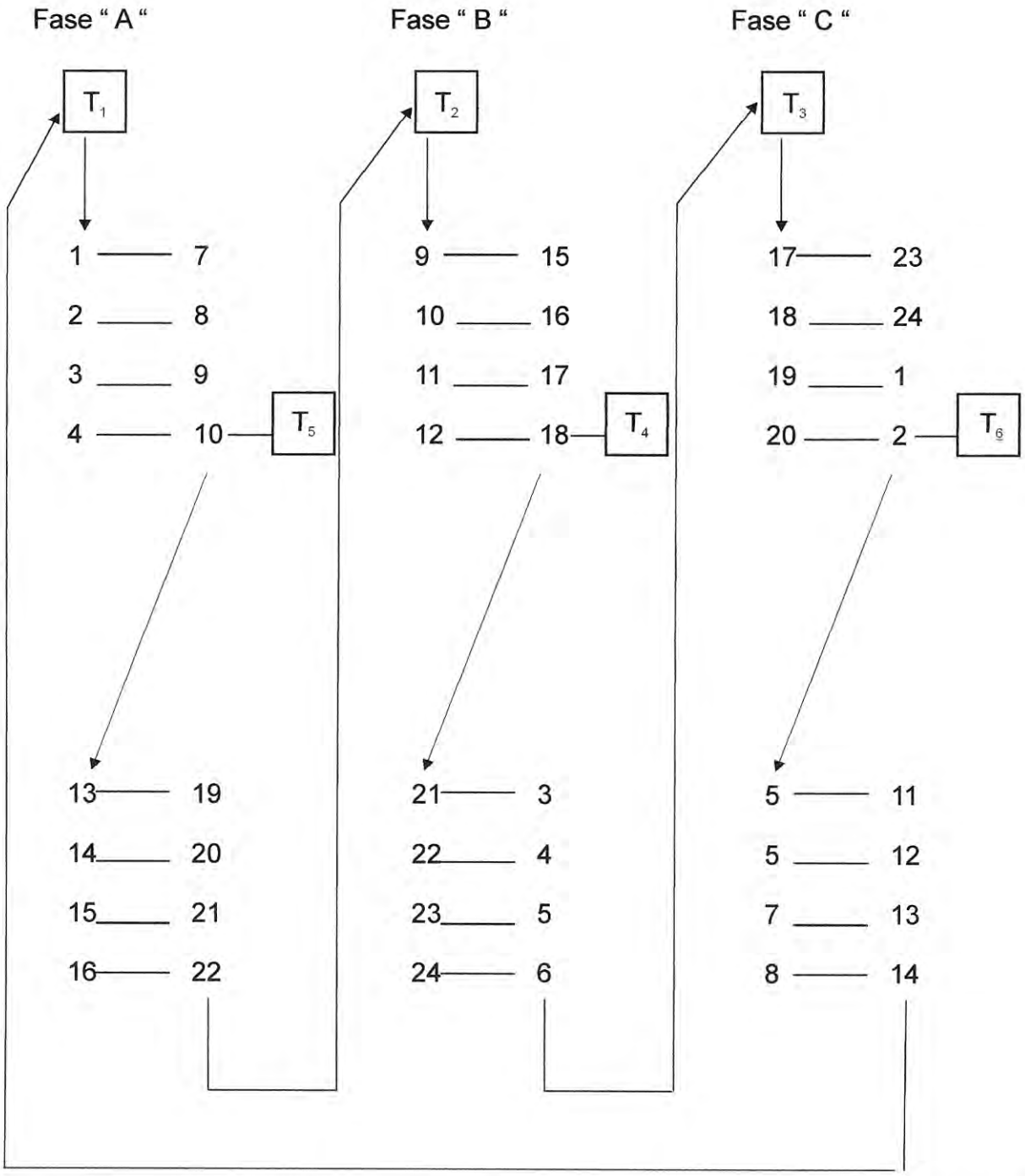


-Haga funcionar el motor y mida las intensidades tanto de arranque (I_A) como en vacío (I_0) y RPM.

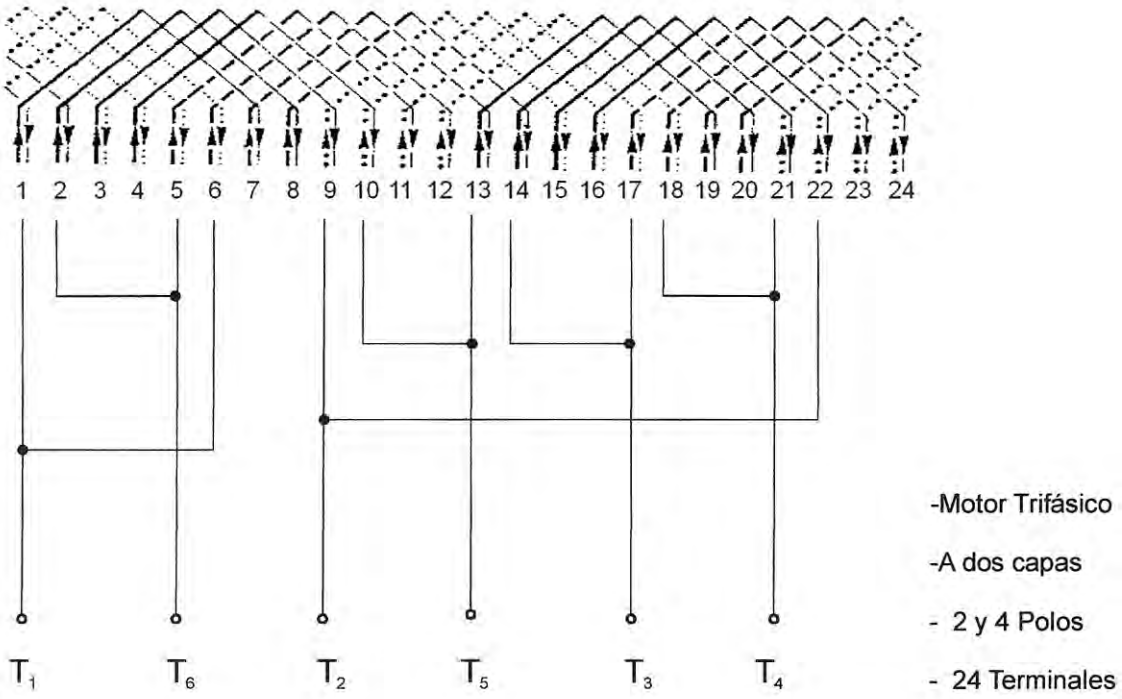
NOTA: Anote el valor de las mediciones en la hoja de protocolo

Conexión de bobinado de doble capa en tipo DAHLANDER

-PROCEDIMIENTO



▶ Esquema desarrollado de bobinado trifásico de doble capa para motor de 9 terminales en Δ - ΔΔ



MEDIO AMBIENTE

Acción de Control de Ruido en una Instalación Industrial

Las medidas correctoras pueden aplicarse por tres vías :

1. **Acción sobre la fuente sonora:** es el método más directo para reducir el ruido, pero también es el más difícil de aplicar, ya que implica un profundo conocimiento de los principios físicos y mecánicos de funcionamiento de los elementos que generan el ruido. Incluso hay veces en que también es necesario realizar programas de investigación en ingeniería del diseño debido a la complejidad de la solución ideada.

   Las soluciones generales de control en la fuente consisten, entre otras, en reducir las fuerzas de impacto o de fricción, incrementar el amortiguamiento, reducir las vibraciones. Otras posibles acciones, menos complicadas, comprenden el desplazamiento y/o reemplazamiento de la fuente sonora por otra menos ruidosa.

2. **Acción sobre el medio de propagación:** es la solución más practica y la más empleada, independientemente de que además se realicen acciones sobre la fuente o sobre el receptor.

   Para la atenuación del ruido en el exterior de una instalación industrial, o una vía de circulación, suelen utilizarse barreras acústicas. Estas interponen un obstáculo sólido entre el foco emisor y el receptor, de tal modo que la energía acústica incidente sobre el obstáculo es en parte disipada o encaminada en otras direcciones, por lo que la energía que alcanza la zona del receptor es inferior a la que lo haría si no estuviera el obstáculo.

   Principales tipos de barreras acústicas: pantallas acústicas (barreras o muros construidos por elementos de pared relativamente delgada, verticales o inclinados, con distinto grao de absorción y que ofrecen gran resistencia a la trasmisión de sonido), diques de tierra (son obstáculos formados por tierra vegetal con grandes espesores en la base), construcciones especiales (combinación de los dos tipos anteriores. Por ejemplo : soluciones mixtas diques de tierra más pantalla acústica, muros con relleno de tierra y vegetación, etc).

   Otro tipo de actuaciones que se suele realizar es la colocación de material absorbente, el uso de cerramientos, la instalación de atenuadores o silenciadores.

3. **Acción sobre el receptor:** estas acciones de protección personal incluyen el uso de protectores auditivos, la rotación de puestos de trabajo o un horario restrictivo.

HOJA DE TRABAJO

1. Enumere las partes esenciales de in motor trifásico de inducción

2. Enumere los factores que determinan la velocidad sincrónica de un motor de inducción

3. Un motor trifásico con datos en placa :

   Frecuencia: 60 Hz
   U: 380 v.
   RPM: 1740
   I: 5.5 A.

   Calcular, el número de polos del motor y el deslizamiento.

4 En la placa de características de un motor trifásico se tiene los siguientes datos:

   P: 5 HP
   U: 380 v
   F: 60 Hz
   RPM: 3450
   Cosφ :0.87

   Conexión en triangulo. Se pide calcular la intensidad de línea y de fase

5 Elabore el esquema desarrollado para un motor con los siguientes datos:

   Numero de ranuras: 36
   Velocidad del rotor: 1750
   Frecuencia: 60Hz
   Conexión;Y - Δ
α Tensión: 380 - 220 v
   A una capa
   Bobinas iguales

BIBLIOGRAFÍA

Motores de corriente alterna ..... Jose Manuel Puchol V.

CBC Electricista
Bobinador I ..... Coleccion Basica
Cinterfor

Manuales de Electricidad
y electronica ..... Delamar Tomo I

Reparacion de Motores Electricos ..... Robert Rosemberg

Dr Ing° Neven Srb

Die Wickivngstchnik
der Elektromotoren

PROPIEDAD INTELECTUAL DEL SENATI PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN Y VENTA SIN LA AUTORIZACIÓN CORRESPONDIENTE

CÓDIGO DEL MATERIAL
0634

EDICIÓN
AGOSTO 2005